

Bericht zum Untersuchungsauftrag

Biologisch-ökologische Untersuchungen zur Abschätzung von Auswirkungen geplanter Haldenwassereinleitungen auf die aquatische Flora und Fauna der Fuhse bei Wathlingen



Auftraggeber: K+S Baustoffrecycling GmbH

Bearbeitung: Dr. Eckhard Coring, Dr. Jürgen Bäche, Dipl.-Ing. Henning Kleinfeldt, Dipl.-Ing. Regina Wegner, M.Sc. Biol. Meike Wilbertz



Hardeggen/Uslar

November 2016

Dieser Bericht umfasst 58 Seiten und 129.893 Zeichen exkl. Leerzeichen



Dr. Eckhard Coring
Lange Str. 9, 37181 Hardegser
www.ecoring.de

Dr. Eckhard Coring

Inhalt	Seite
1	Anlass und Aufgabenstellung 3
2	Untersuchungsgebiet 4
3	Untersuchungsumfang und Methoden 5
3.1	Untersuchungsbereich biologische Qualitätskomponenten 5
3.2	Wasserbeschaffenheit 6
3.3	Untersuchungsmethode der Diatomeengesellschaften 6
3.3.1	Auswertung der Diatomeendaten 7
3.3.2	Zusätzliche Bewertungsmetrics 8
3.4	Untersuchungsmethode der Makrophyten 9
3.5	Untersuchungsmethode des Makrozoobenthos 10
4	Bewertung von gewässerbiologische Altdaten der Messstelle Wathlingen 11
4.1	Bewertungen des Wasserkörpers 16062 durch das NLWKN 11
4.2	Fischbestandsuntersuchungen an der Fuhse 11
5	Ergebnisse und Auswertung der Makrophytenkartierung . 14
6	Ergebnisse und Auswertung des Makrozoobenthos und der Diatomeen 16
6.1	Probestelle 1 16
6.1.1	Ergebnisse Makrozoobenthos 17
6.1.1.1	Artenliste Makrozoobenthos 17
6.1.1.2	Bewertungsergebnisse Makrozoobenthos 18
6.1.2	Ergebnisse Diatomeen 21
6.1.2.1	Artenliste Diatomeen 21
6.1.2.2	Bewertung Diatomeen 23
6.2	Probestelle 2 25
6.2.1	Ergebnisse Makrozoobenthos 26
6.2.1.1	Artenliste Makrozoobenthos 26
6.2.1.2	Bewertung Makrozoobenthos 27
6.2.2	Ergebnisse Diatomeen 30
6.2.2.1	Artenliste Diatomeen 30
6.2.2.2	Bewertung Diatomeen 31
7	Gesamtbewertung der Fuhse im Untersuchungsbereich nach OGeV (2016) 33
8	Prognose der biozönotischen Entwicklung der Fuhse durch die beantragte Einleitung von Haldenwässern 35

8.1	Allgemeine Vorgehensweise im Rahmen der Entwicklungsprognose.....	35
8.2	Prognose der biozönotischen Entwicklung der Fuhse.....	36
8.2.1	Prognose der zu erwartenden Salinität der Fuhse nach Beginn der Einleitung von Haldenwässern	36
8.2.2	Allgemeines zur Prognose der biozönotischen Entwicklung der Fuhse	40
8.2.3	Prognostizierte Auswirkungen auf die Fischfauna.....	42
8.2.4	Prognostizierte Auswirkungen auf das Makrozoobenthos.....	43
8.2.5	Prognostizierte Auswirkungen auf die Gewässerflora	45
8.2.6	Zusammenfassung der prognostizierten Auswirkungen auf Flora und Fauna	48
9	Literatur	49
9.1	Allgemeine Literatur	49
9.2	Bestimmungsliteratur	50
9.2.1	Allgemeine Bestimmungsliteratur und Feldführer	50
9.2.2	Bestimmungsliteratur Makrozoobenthos.....	51
9.2.3	Bestimmungsliteratur Diatomeen.....	56
9.2.4	Bestimmungsliteratur Makrophyten	58

1 Anlass und Aufgabenstellung

Die Rückstandshalde des 1996 stillgelegten Kaliwerks Niedersachsen befindet sich ca. 1 km südwestlich der Ortschaft Wathlingen im Landkreis Celle. Seit 2007 wird die Grube mit Wasser aus der Fuhse sowie mit dem salzhaltigen Niederschlagswasser von der Rückstandshalde geflutet.

Um die Neubildung von salzhaltigem Niederschlagswasser aus der Haldenfläche zukünftig signifikant zu reduzieren, ist eine Abdeckung des Haldenkörpers mit anschließender Begrünung vorgesehen. Während der Bauphase der geplanten Abdeckung soll das Niederschlagswasser von der Halde gesammelt und weiterhin in die Grube eingeleitet werden. Die Flutung der Grube mit Wasser aus der Fuhse dauert bis zum Abschluss der Abdeckung. Nach Fertigstellung der Abdeckung und dem Ende der Flutung der Grube soll das verbleibende Niederschlagswasser der Rückstandshalde in die Fuhse eingeleitet werden. Im Zuge dieser Planungen wird eine wasserrechtliche Erlaubnis zur Einleitung des Niederschlagswassers beantragt.

Ziel dieses Untersuchungsberichts ist die Darstellung des derzeitigen Ist-Zustands der Fuhse im Bereich der geplanten Einleitungsstelle sowie die Erarbeitung einer Prognose der zu erwartenden gewässerökologischen Auswirkungen des geplanten Vorhabens unter Berücksichtigung der Bewertungsvorgaben der Oberflächengewässerverordnung (OGewV, 2016). Im Zuge der Prognoseerstellung wurden Daten der Jahre 2005 bis 2015 zur Salinität der Fuhse aus der Landesdatenbank (<http://www.wasserdaten.niedersachsen.de/cadenza/pages/home/welcome.xhtml>) des NLWKN vom Auftraggeber zur Verfügung gestellt. Diese Daten waren die Basis zur Abschätzung der künftig zu erwartenden Salinität der Fuhse. Entsprechend der vorgegebenen Aufgabenstellung fokussiert dieser Bericht insbesondere auf die Parameter Chlorid und Sulfat. Für beide Stoffe ist in der Anlage 7 der OGewV (2016) ein Orientierungswert als Anforderung an den guten ökologischen Zustand und das gute ökologische Potenzial vorgegeben. Weiterhin werden Kalium und Magnesium berücksichtigt.

2 Untersuchungsgebiet

Die Fuhse ist ein etwa 100 km langer, zum Flussgebiet Weser gehörender, linker Nebenfluss der Aller. Sie entspringt an den Westhängen des Oderwalds südlich von Salzgitter und mündet bei Celle in die Aller.

Mit der Umsetzung der WRRL ist u.a. eine Charakterisierung der Oberflächengewässer in Fließgewässertypen und eine Gliederung in Oberflächenwasserkörper (OWK) (Bewirtschaftungseinheiten) verbunden. Im Bereich der Kalihalde Niedersachsen zählt die Fuhse zu den sand- und lehmgeprägten Tieflandflüssen (Typ 15). Die Morphologie dieses Typs ist natürlicherweise geprägt durch einen gewundenen bis mäandrierenden Verlauf mit ausgeprägten Prall- und Gleithängen. Als Substrat dominieren Sand bzw. Lehm sowie Kies. Sekundärsubstrate wie Totholz, Wurzeln und Wasserpflanzen sind natürlicherweise zahlreich vorhanden. Der gesamte Unterlauf zwischen Uetze und der Mündung in die Aller gehört zum Wasserkörper 16062. In diesem Bereich ist die Fuhse deutlich anthropogen überformt und dementsprechend als erheblich veränderter Wasserkörper (HMWB, HEAVILY MODIFIED WATER BODY) ausgewiesen. Im Gegensatz zu natürlichen Wasserkörpern, für welche die EU-WRRL den guten ökologischen Zustand als Zielvorgabe nennt, gelten für erheblich veränderte Wasserkörper insbesondere aufgrund der hydromorphologischen Veränderungen geringere Anforderungen. Sie müssen zumindest ein gutes ökologisches Potenzial erreichen. Dieses gute ökologische Potenzial ist derzeit (bezogen auf die in der Oberflächengewässerverordnung (OGewV 2016) genannten biologischen Qualitätskomponenten) nur unzureichend beschrieben. Allgemeine Bewertungsvorgaben existieren zum derzeitigen Zeitpunkt nicht bzw. sind nicht für alle biologischen Qualitätskomponenten allgemeingültig ausformuliert, so dass in der Abfolge des vorliegenden Berichts in der Regel ersatzweise die Bewertungsverfahren für natürliche Gewässer und die Klassifikationen des ökologischen Zustands verwendet werden.

3 Untersuchungsumfang und Methoden

Das engere Untersuchungsgebiet für das vorliegende gewässerökologische Gutachten umfasst den etwa 7 km langen Gewässerabschnitt der Fuhse im Bereich Wathlingen. Die hier durchgeführten Untersuchungen beinhalten die Erfassung und Bewertung des ökologischen Zustands/Potenzials auf Basis der Teilkomponenten Makrozoobenthos, Diatomeen und Makrophyten. Ergänzend zu den im Jahre 2016 durchgeführten Erhebungen erfolgt eine Auswertung vorhandener Fischbestandsuntersuchungen sowie die Auswertung weiterer Altdaten zum biologisch-ökologischen Zustand auf Basis der Monitoringuntersuchungen des NLWKN. Alle zu berücksichtigenden Parameter, Probenahmestellen und Untersuchungszeiträume wurden vorab zwischen dem Auftraggeber, den beteiligten Fachbüros und den zuständigen Behörden (NLWKN, Untere Wasserbehörde und Untere Naturschutzbehörde Landkreis Celle) abgestimmt.

3.1 Untersuchungsbereich biologische Qualitätskomponenten

Für die aktuelle Untersuchung des Makrozoobenthos und der Diatomeen wurden im Nahbereich der Rückstandshalde Niedersachsen zwei Probestellen eingerichtet, die im Sommer 2016 zweimalig beprobt wurden. Die Untersuchung der Makrophyten erfolgte einmalig im Spätsommer 2016 auf einer ca. 7 km langen Fließgewässerstrecke in gleichmäßigen Abständen. Aussagen zur Fischfauna im Untersuchungsbereich wurden auf Basis der im Zeitraum zwischen 2006 und 2014 an der Messstelle Wathlingen erhobenen Monitoringdaten des LAVES (Landesamt für Verbraucherschutz und Lebensmittelsicherheit Niedersachsen) getroffen. Abbildung 1 gibt eine Übersicht zur Lage der Probestellen.

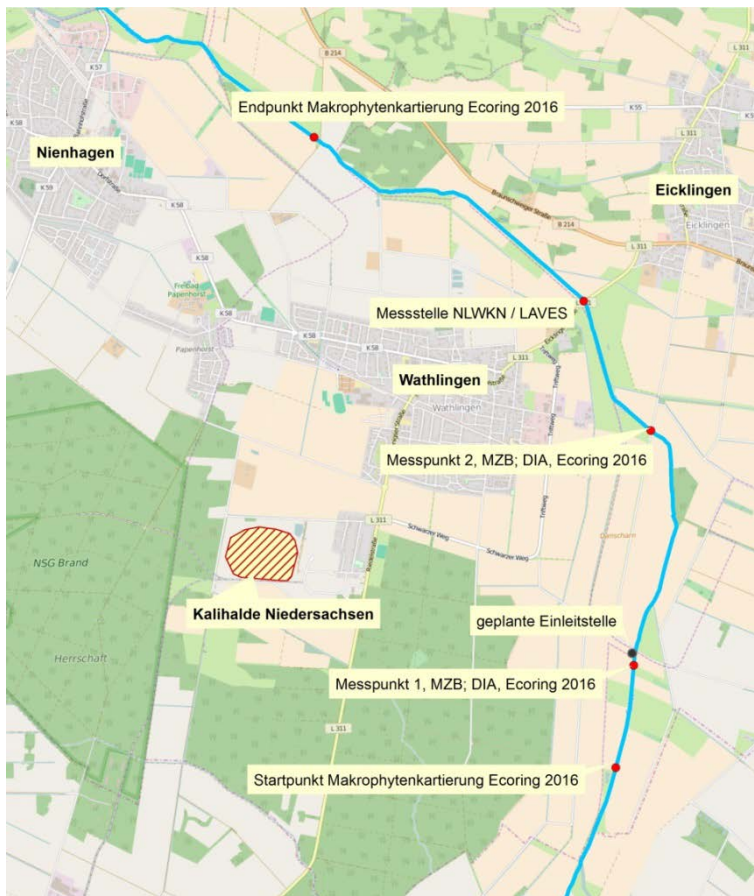


Abb. 3.1: Lage der Probestellen 2016 (ECORING) sowie der WRRL Messstelle Wathlingen (NLWKN / LAVES) im Wasserkörper 16062

Tabelle 3.1.: Koordinaten der Probestellen und Probenahmetermine 2016

Probestelle	Rechtswert	Hochwert	Probenahme 1	Probenahme 2
Messpunkt 1; MZB, DIA	3579690	5821079	07.06.2016	01.09.2016
Messpunkt 2; MZB, DIA	3579826	5823018	07.06.2016	01.09.2016
Startpunkt Makrophytenkartierung	3579538	5820207	01.09.2016	-
Endpunkt Makrophytenkartierung	3577024	5825463	01.09.2016	-

3.2 Wasserbeschaffenheit

Begleitend zu den biologischen Probenahmen (Diatomeen und Makrozoobenthos) wurden Messungen der chemisch-physikalischen Beschaffenheit des Wassers der Fuhse mit tragbaren Messinstrumenten durchgeführt:

Tabelle 3.2. Material und Methoden zur Messung der chemisch-physikalischen Wasserbeschaffenheit

PARAMETER	MESSMETHODE	MESSGERÄT
Leitfähigkeit ($\mu\text{S}/\text{cm}$)	elektrometrisch	Hanna-Conductometer; WTW-LF 191
pH-Wert	elektrometrisch	Hanna pH-Meter; WTW-pH 190
Sauerstoff (% sat.)	elektrometrisch	WTW -Oxi315i
Sauerstoff (mg/l)	elektrometrisch	WTW -Oxi315i
Temperatur ($^{\circ}\text{C}$)	elektrometrisch	WTW -Oxi315i

Die gewonnenen Messwerte beschreiben die gängigen Feldparameter als Stichprobenmessungen, während die biologischen Untersuchungen Umwelteinflüsse über längere Zeiträume widerspiegeln.

3.3 Untersuchungsmethode der Diatomeengesellschaften

Die Untersuchung der Diatomeenflora erfolgt in Übereinstimmung mit den einschlägigen und gültigen CEN/ISO/DIN-Normen und Standards (EN 13946, EN 14407) sowie den in der Leistungsbeschreibung des Auftraggebers und der Handlungsanweisung des BAYLFU (2012 ff) formulierten Vorgaben. Dies bezieht sich insbesondere auf die Probenahme, die Probenaufbereitung, die Präparaterstellung sowie die Auszählung der Präparate.

Die Determination und Auszählung erfolgte bei 1.000-facher Vergrößerung unter einem Zeiss-Axioskop mit DIC-Einrichtung und Neofluarobjektiven. Je Präparat wurden mindestens 400 Schalen/Objekte in verschiedenen Transekten ausgezählt. Anschließend wurde das Präparat nach weiteren Formen, die bei der Zählung unberücksichtigt blieben, durchmustert.

Eine Auflistung der verwendeten Bestimmungsliteratur findet sich am Ende des Berichtes. Die verwendete Taxonomie folgt aus Gründen der Vergleichbarkeit mit früheren Untersuchungen den Auffassungen von KRAMMER & LANGE-BERTALOT (1986-2010) und wurde nur in Ausnahmefällen um wenige neu beschriebene Taxa erweitert. Wenn möglich, wurde den bestimmten Taxa eine DV-Nr. entsprechend der „Bundestaxaliste“ nach BayLfW (2003) Stand Frühjahr 2012 zugeordnet. Auch bei den Kieselalgen gelten die in der guten wissenschaftlichen Praxis festgeschriebenen und durch die Beschränkung auf lichtmikroskopische Untersuchungstechniken begründeten Restriktionen hinsichtlich der Bestimmungssicherheit schwieriger Taxa. Insbesondere bei kleinschaligen sowie bei feinstrukturierten Taxa steigt die allgemeine Bestimmungssicherheit mit der Anzahl betrachteter Exemplare je Probe an.

3.3.1 Auswertung der Diatomeendaten

Alle für diesen Bericht verwendeten Auswertungen wurden auf Basis einer büroeigenen MS-ACCESS-Datenbankplattform sowie dem vom PHYLIB-Projekt zur Verfügung gestellten Auswertungstool (Version 5.3) durchgeführt.

Da die Kieselalgen eine Teilkomponente innerhalb der Bewertung des ökologischen Zustands von Fließgewässern im Sinne der OGEWV (2016) zur Umsetzung der europäischen Wasserrahmenrichtlinie (EG-WRRL) sind und das entsprechende anwendungsbezogene Verfahren (PHYLIB) bei BayLfU (2012ff) beschrieben ist, wird auf eine Beschreibung der einzelnen Bewertungsschritte unter Hinweis auf die Verfahrensanleitung verzichtet.

Hinsichtlich der Umsetzung der Zählweisungen der PHYLIB-Verfahrensanleitung in die Praxis bestehen auch derzeit noch Unklarheiten. Dies bezieht sich insbesondere auf die Vorgaben, welche Taxa im Rahmen der Zählung zu berücksichtigen sind. Faktisch besteht ein Gegensatz zwischen dem deutschen PHYLIB-Verfahren und den Festlegungen der einschlägigen DIN/EN Normen (EN 14407, 2014).

So sind entsprechend den Anweisungen auf Seite 29 der Handlungsanweisung (BAYLFU 2012ff) zentrische Diatomeen mit Ausnahme von *Melosira varians* bei der Auszählung der Präparate nicht zu berücksichtigen. Gleiches gilt für pennate Taxa mit obligatorisch planktischer Lebensweise wie z.B. *Asterionella formosa*, *Fragilaria crotonensis* und *Nitzschia acicularis*. Allgemein sollen die Angaben zur Lebensweise der Bestimmungsliteratur entnommen werden.

Die Umsetzung dieser Arbeitsanweisung bereitet aufgrund folgender Punkte zumindest in einigen Fällen grundsätzliche Probleme:

Die Angaben zur „obligatorisch planktischen“ Lebensweise von Diatomeenarten sind in der Bestimmungsliteratur nur selten eindeutig. So wird z.B. der genannten *Nitzschia acicularis* lediglich eine „potentiell pelagische Lebensweise“ unterstellt. Daneben bestehen für sehr viele Taxa Schwierigkeiten bei der Zuweisung einer obligat planktischen Lebensweise. Beispielsweise sind auch viele Fragilarien zumindest als fakultative Plankter zu bezeichnen und treten sowohl im Plankton wie auch im Benthos von Fließgewässern und Seen häufig aspektbildend auf. Entsprechend sind die Hinweise in der Arbeitsanweisung in dieser Form nicht praktikabel.

Melosira varians ist nicht die einzige zentrische Diatomeenart bundesdeutscher Fließgewässer mit einer benthischen Lebensweise. Neben nahe verwandten Formen wie *Melosira lineata* ist in diesem Zusammenhang exemplarisch *Cyclotella meneghiniana* zu nennen. Diese zentrische Diatomee ist ebenfalls weit verbreitet, fakultativ benthisch und erreicht auch in kleineren Bächen mitunter hohe Anteile.

Obwohl von der Zählung ausgeschlossen, werden verschiedene „planktische“ Formen der Gattungen *Asterionella*, *Orthoseira*, *Cyclostephanos*, *Cyclotella* und *Fragilaria* in den verschiedenen Indikatorlisten zum Trophie- und Saprobienindex, den Referenzartenlisten und der Liste der aerophilen Taxa explizit angegeben. Für die an anderer Stelle ausgeschlossene *Fragilaria crotonensis* werden saprobielle Valenzen angegeben, für *Nitzschia acicularis* Werte für den Trophieindex.

Die Bearbeiter dieses Berichts empfehlen generell die Zählung aller in einem Präparat enthaltenen Taxa, da ansonsten der aus der Analyse von Diatomeengesellschaften abgeleitete Informationsgehalt unnötig eingeschränkt und zum Teil sogar verfälscht wird. Entsprechend basieren alle übergeordneten Aussagen zur ökologischen Entwicklung der Gewässerabschnitte jeweils auf der Analyse des gesamten nachgewiesenen Artenspektrums, wobei Plankter in der vorliegenden Untersuchung nur in geringem Ausmaß vorhanden waren.

3.3.2 Zusätzliche Bewertungsmetrics

Die folgenden Bewertungsmetrics wurden auf Grundlage des gesamten Datensatzes (inklusive der zentrischen und obligatorisch planktischen Pennales) errechnet.

Die untersuchten Probestellen wurden zusätzlich zur Bewertung nach PHYLIB (BAYLFU 2012ff) einer **schematisierten Bearbeiterbewertung** unterworfen.

Innerhalb dieser bearbeiterspezifischen Bewertung stellt die Anwendung des Trophieindex nach DVWK (1999) ein zentrales Element der Bewertung dar.

Dieser Trophieindex basiert ebenfalls auf der Analyse von Diatomeengesellschaften und klassifiziert - analog zu den traditionellen Gütesystemen der LAWA - in einem siebenstufigen System von oligotroph bis hypertroph. In der Definition der Trophiestufen hinsichtlich der Nährstoffhaushalte besteht eine grundsätzliche Kompatibilität mit dem LAWA-Trophiesystem für natürliche Seen (LAWA 1999).

Allgemein können biologische Indexverfahren mit quantitativer oder halbquantitativer Berücksichtigung der Arten- und Formenzusammensetzung als biozönotisch begründete Klassifizierungsverfahren angesehen werden (vergl. z.B. SCHÖNFELDER 2004). Zu diesen zählt auch der trophische Diatomeenindex nach DVWK (1999). Die durch das Verfahren indizierten Trophiestufen repräsentieren verschiedene ökologische Zustände, die sich in starken Veränderungen der Artenzusammensetzung sowie der Abundanzen niederschlagen. Innerhalb eines gewässertypbezogenen Belastungskontinuums können sie daher mit Degradationsstufen gleichgesetzt werden.

Die schematisierte Bewertung des Zustandes von Fließgewässern auf der Basis der Diatomeen basiert daher auf der Gegenüberstellung der aktuellen Ergebnisse aus der Trophieklassifizierung (trophischer Ist-Zustand) mit der vom Bearbeiter angenommenen Referenztrophie (anthropogen unbelasteter trophischer Referenzzustand) der jeweiligen Wasserkörper. Eine Abweichung von der Referenztrophie um eine Trophiestufe ist dabei mit der Degradation des Wasserkörpers vom „sehr guten“ zum „guten“ Zustand gleichzusetzen. Eine Auslenkung von der Referenztrophie um zwei Stufen führt zur Bewertung des Wasserkörpers als „mäßiger“, die Abweichung um drei Stufen zu „unbefriedigend“. Beträgt die Abweichung vom Referenzzustand vier oder mehr Trophiestufen, ist der Wasserkörper in einem „schlechten Zustand“ und der schlechtesten Bewertungsstufe zuzuordnen.

Bei der Festlegung der Referenztrophie für die untersuchte Gewässerstrecke wurde angenommen, dass sand- und lehmgeprägte Tieflandflüsse (Typ 15) einen eutrophen (eutroph 1) Grundzustand aufweisen.

Tabelle 3.3 Bewertungsschema zur Feststellung des Zustandes im Rahmen der schematisierten Bearbeiterbewertung

	Indizierte Trophiestufe nach trophischen Diatomeenindex				
Referenztrophie	sehr guter Zustand	guter Zustand	mäßiger Zustand	unbefriedigender Zustand	schlechter Zustand
eutroph 1	eutroph 1 (II)	eutroph 2 (II-III)	polytroph 1 (III)	polytroph 2 (III-IV)	hypertroph (IV)

Neben einer übergeordneten Bewertung des Gewässerzustandes ist im Rahmen der Maßnahmenplanung und –umsetzung die Benennung wirksamer Stressoren von zentraler Bedeutung. Allgemein sind Kieselalgen hervorragende Indikatoren der trophischen Belastung von Gewässern. Schwache Zustandsbewertungen können daher häufig direkt mit hohen Nährstoffbelastungen und wirksamen Eutrophierungsprozessen gleichgesetzt werden. Daneben sind in vielen ländlich geprägten

deutschen Fließgewässern jedoch zusätzlich akute **saprobielle Belastungen** durch Direkteinleitungen oder unzureichend geklärte Abwässer wirksam. Die Benennung von Gewässerstrecken, die durch Abwassereinleitungen beeinträchtigt sind, ist für die Maßnahmenentwicklung mit dem Ziel der Zustandsverbesserung unumgänglich.

Ein robustes und einfaches Verfahren zur Indikation wirksamer organischer Belastungen ist die Ermittlung des prozentualen Anteils verschmutzungstoleranter Arten und Formen innerhalb von Diatomeenassoziationen. KELLY (1996) empfiehlt und verwendet diese Methode in Ergänzung zur Anwendung eines britischen Trophieindex. In der Arbeit wird ein Schwellenwert von 20 % verschmutzungstoleranter Arten für die Indikation signifikant wirksamer organischer Belastung angegeben.

In der Aufsummierung der Saprobieindikatoren wurden im Rahmen dieses Berichts alle Taxa als verschmutzungstolerant eingestuft, die als solche bei KELLY (1996) benannt wurden. Zusätzlich wurden alle Taxa berücksichtigt, denen bei ROTT ET AL. (1997) ein Saprobiewert > 3,0 zugeordnet ist. Ergänzend wurden einige *Navicula*- und *Nitzschia*-Arten auf der Basis der Erkenntnisse des DVWK (1999) sowie dem Erfahrungshintergrund der Bearbeiter aufgenommen.

Der **Halobienindex nach ZIEMANN (1999)** ist ein wirksames Instrument zur **Klassifizierung versalzter Oberflächengewässer**. Aufgrund bestehender Wechselwirkungen mit trophischen Belastungen muss dieser Index im Rahmen eines allgemeinen Monitorings jedoch immer zusammen mit vorhandenen Rahmeninformationen wie z.B. Leitfähigkeitsmessungen oder Chloridanalysen eingesetzt werden, um wirksame Versalzungserscheinungen korrekt zu indizieren.

ZIEMANN (1999) definiert die Grenze zwischen limnischen Gewässern und Salzwässern bei einem Halobienindex von > 30. Basis der Berechnungen ist jeweils der vollständige Datensatz, in dem auch zentrische Diatomeen berücksichtigt sind. Die Liste der verwendeten Indikatoren basiert auf der genannten Quellliteratur sowie Angaben aus der allgemeinen Bestimmungsliteratur. Hierbei wurde die vielfach als halophil bezeichnete *Navicula gregaria* jedoch nicht als solche berücksichtigt. Diese Art tritt insbesondere in eutrophierten und belasteten Gewässerstrecken vermehrt in erhöhter Abundanz auf.

3.4 Untersuchungsmethode der Makrophyten

Die aquatischen Makrophyten der Fuhse wurden im Spätsommer entsprechend den methodischen Vorgaben nach BAYLFU (2012ff) erfasst und untersucht. Sämtliche Kartierungsarbeiten erfolgten im Rahmen einer Bootsbefahrung. Die Aufnahmen erfolgten auf einer sieben Kilometer langen Gewässerstrecke in einem Abstand von jeweils 500 m. Insgesamt wurden 15 Aufnahmen durchgeführt. An Gerätschaften kam neben einem Sichtkasten zusätzlich eine Makrophytenharke zum Einsatz. Alle erhobenen Daten wurden vor Ort in ein modifiziertes Feldprotokoll analog zum PHYLIB-Verfahren (BAYLFU 2012ff.) übertragen. Ergänzend zu der Aufnahme der aquatischen und semiaquatischen Makrophyten wurde zusätzlich das Vorkommen makroskopisch sichtbarer Algenlager, insbesondere der Chlorophyceae *Enteromorpha interstitialis* sowie *Cladophora spp.* aufgenommen. Sofern die Artbestimmung vor Ort nicht durchgeführt werden konnte, wurde jeweils ausreichend Belegmaterial anschließend im Labor mit Hilfe der Lichtmikroskopie bestimmt. Eine Auflistung der verwendeten Bestimmungsliteratur findet sich im Kapitel „Literatur“ am Ende des Berichts. Die Bewertung des ökologischen Zustands im Sinne der OGewV (2016) nach PHYLIB (2012 ff) erfolgte unter Verwendung der PHYLIB-Software (Version 5.3). Anzumerken ist im Rahmen dieses Berichts jedoch, dass derzeit keine Vorgaben zur Bewertung des guten ökologischen Potenzials für die floristischen Qualitätskomponenten vorliegen und die Bewertungsergebnisse für den ökologischen Zustand daher vielmehr einen orientierenden Charakter haben.

3.5 Untersuchungsmethode des Makrozoobenthos

Das Makrozoobenthos wurde quantitativ nach der von TITTIZER & SCHLEUTER (1986) beschriebenen Methode untersucht. Diese vom Ufer aus praktizierte Entnahmetechnik wurde von qualitativen Untersuchungen unterstützt. Die qualitativen Untersuchungen wurden als Multi-Habitat-Sampling gemäß DIN EN 16150 (2012) ausgeführt. Daneben wurden die fachlichen Vorgaben der DIN 38410 T1 (1987) bei der Beprobung berücksichtigt.

Das gewonnene Tiermaterial wurde im Labor, soweit möglich, bis zur Art bestimmt. Eine Ausnahme hiervon bilden lediglich die taxonomisch schwer bzw. unzureichend bestimmbar Gruppen der Diptera und der Oligochaeta. Die Oligochaeta wurden, soweit dies der Zustand der gefundenen Exemplare zuließ, einer Determination zugeführt. Nach 30-40 minütigem Wässern der alkoholkonservierten Organismen kann deren Präparation und Einbettung in Polyvinyl-Lactophenol vorgenommen werden (BRINKHURST 1986). Nach etwa 24 Stunden ist die Aufhellung der Präparate weit genug fortgeschritten, um die Determination vornehmen zu können.

Die zur Determination notwendige Bestimmungsliteratur ist in Kapitel 12 unter der Bezeichnung "Bestimmungsliteratur Makrozoobenthos" zusammengefasst. Generell gilt bei der Artbestimmung die durch die gute wissenschaftliche Praxis vorgegebene Unschärfe bei der Bestimmung von Larvalstadien (vgl. z.B. PITSCH 1993).

Die Auswertung der Daten zum Makrozoobenthos erfolgte nach wissenschaftlichen Standardmethoden. Die Bewertung der untersuchten Flussabschnitte wurde mit der im Rahmen der Umsetzung der europäischen Wasserrahmenrichtlinie (EU-WRRL) entwickelten Software PERLODES (www.fliessgewaesserbewertung.de) durchgeführt, mit dem die Zuordnung der einzelnen Untersuchungsbereiche zur jeweiligen ökologischen Zustandsklasse erfolgte. Alle Berechnungs- und Bewertungsergebnisse wurden aufgrund sichtbarer Inkonsistenzen überprüft.

4 Bewertung von gewässerbiologische Altdaten der Messstelle Wathlingen

4.1 Bewertungen des Wasserkörpers 16062 durch das NLWKN

Der Wasserkörper 16062 der Fuhse ist deutlich anthropogen überprägt und dementsprechend als heavily modified waterbody (HMWB) eingestuft. Dementsprechend gilt das ökologische Potenzial als Zielvorgabe der EU-WRRL i.V.m. §§ 27, 28 WHG. Das gute ökologische Potenzial ist derzeit (bezogen auf die in der Oberflächengewässerverordnung genannten biologischen Teilkomponenten) nur unzureichend beschrieben. Für die floristischen Qualitätskomponenten existieren zum gegenwärtigen Zeitpunkt keine allgemeinen Bewertungsvorgaben bzw. sind diese nicht allgemeingültig ausformuliert.

Das ökologische Potenzial der Fuhse im Wasserkörper 16062 wird durch das NLWKN auf Basis der Bewertungsergebnisse der durchgeführten WRRL Monitoringuntersuchungen bewertet. Die Bewertungsergebnisse der Messstelle Wathlingen sind im Internet unter https://www.umweltkarten-niedersachsen.de/GlobalNetFX_Umweltkarten/ abrufbar (letztmalig abgerufen am 22.11.2016). Gemäß den dort dargestellten gewässerbiologischen Bewertungsergebnissen erreicht der Wasserkörper 16062 der Fuhse das gute ökologische Potenzial mit Stand 21.12.2015 nicht

Nach den Vorgaben der OGewV (2016) erfolgt die Gesamtbewertung eines Wasserkörpers nach dem „worst-case Prinzip“. Dies bedeutet, dass das schlechteste Bewertungsergebnis der einzelnen biologischen Qualitätskomponenten ausschlaggebend für die abschließende Bewertung des Wasserkörpers ist. Demnach wird der Wasserkörper 16062 aufgrund der Einstufungen der Qualitätskomponenten Makrophyten (gesamt) und Makrozoobenthos nur mit mäßig bewertet.

Bezogen auf die chemische Gewässergüte wird eine Belastung des Wasserkörpers durch Quecksilber und durch das Pflanzenschutzmittel Isoproturon angezeigt.

Tabelle 4.1: Gewässerbiologische Bewertungen des Wasserkörpers nach EG WRRL (Stand 21.12.2015).
Datengrundlage: https://www.umweltkarten-niedersachsen.de/GlobalNetFX_Umweltkarten/

Bewertungen nach EG WRRL (Stand 2015)	
Gewässer	Fuhse
Messstelle	Wathlingen
Lawa Typ	15
Wasserkörper-Nr.	16062
Phytoplankton	gut
Makrophyten (gesamt)	mäßig
Makrozoobenthos	mäßig
Fische	gut
Ökologischer Zustand/Ökologisches Potenzial	mäßig

4.2 Fischbestandsuntersuchungen an der Fuhse

Da bei den aktuellen Untersuchungen der Fuhse im Bereich Wathlingen eine gesonderte Untersuchung der Fischfauna nicht durchgeführt wurde, werden an dieser Stelle die Befischungsergebnisse der vorliegenden Monitoringuntersuchungen zusammengefasst dargestellt.

Der Wasserkörper 16062 der Fuhse wurde letztmalig am 06.10.2014 im Rahmen des EU-WRRL-Monitoring auf einer Länge von 1.380m befischt. Der untersuchte Gewässerabschnitt wird

fischökologisch der Gründlings-Rotaugen-Region zugeordnet. Die entsprechende Referenzzönose umfasst 25 Taxa.

Bei der Befischung 2014 wurden insgesamt 16 Fischarten nachgewiesen, von denen 12 Arten Bestandteil der Referenzzönose sind. Von den Leitarten fehlten lediglich Nachweise der Brasse und der Güster. Zudem konnten bei dieser Befischung keine Nachweise der typspezifischen Arten Aland, Rotfeder und Ukelei sowie einiger Begleitarten (u.a. Bachneunauge, Flussneunauge) erbracht werden. Die größte Individuendichte wies bei der Befischung 2014 der Gründling, gefolgt von Flussbarsch, Steinbeißer und Hecht auf. Bei den erstgenannten Arten handelt es sich um Leitarten, die in entsprechend hoher Abundanz nachgewiesen wurden. Steinbeißer und Hecht werden in der Referenzzönose hingegen als typspezifische Arten geführt, nahmen aber ebenfalls einen Anteil deutlich > 5 % an der Ichthyozönose ein, waren also im Sinne der Abundanzklassifikation überrepräsentiert.

Von den 16 nachgewiesenen Arten wird in der bundesweit gültigen Roten Liste (FREYHOF 2009) nur der Aal als stark gefährdet (Kategorie 2) eingestuft, da die natürlichen Bestände dieser Art stark rückläufig sind. Der Hecht wird als gefährdet (Kategorie 3) und die Quappe als Art der Vorwarnliste geführt. Auf dem Gebiet des Bundesland Niedersachsen sind sechs Taxa bestandsgefährdet (LAVES 2008). Der Aal ist auch hier eine stark gefährdete (Kategorie 2) Art, Barbe, Mühlkoppe, Quappe, Hecht und Steinbeißer gelten in Niedersachsen zumindest als gefährdete Arten (Kategorie 3).

Insgesamt deutet das Vorkommen mehrerer strömungsliebender Arten (Gründling, Döbel, Barbe und Hasel) darauf hin, dass die Fuhse im Untersuchungsabschnitt auch höheren Habitatansprüchen genügt. Vor allem die Quappe bevorzugt kühles und sauerstoffreiches Wasser. Das Vorkommen von Barbe, Quappe und Groppe indiziert zudem das Vorhandensein von Kiesstrecken bzw. größeren Sohlsubstraten innerhalb des ansonsten sandgeprägten Fließgewässers.

Die Auswertung des Fangprotokolls aus 2014 durch das fischbasierte Bewertungssystem (FiBS) ergibt aktuell für den Wasserkörper 16062 der Fuhse einen guten ökologischen Zustand bzw. ein gutes ökologisches Potenzial bezogen auf die Qualitätskomponente Fische (http://www.umweltkarten-niedersachsen.de/GlobalNetFX_Umweltkarten; Abrufdatum 27.10.2016).

Diese Einschätzung ist aus Sicht des Bearbeiters plausibel und ist vor allem unter Berücksichtigung der Befischungsergebnisse aus den Jahren 2010 und 2012 zutreffend. Bezieht man die Ergebnisse dieser Untersuchungen in die Auswertung ein, kommen in der Fuhse nahezu alle Leit- und typspezifischen Arten der Referenzzönose vor. Lediglich Güster (Leitart) und Rotfeder (typspezifische Art) wurden nicht bzw. nur als Einzelexemplare nachgewiesen.

Als gebietsfremde Art wurde in der Befischung 2014 der Goldfisch mit zwei Exemplaren nachgewiesen.

Tabelle 4.2 gibt eine Übersicht der Befischungsergebnisse der Monitoringuntersuchungen 2010, 2012 und 2014.

Tabelle 4.2.: Befischungsergebnisse der Probestelle Wathlingen, Fuhse 2010, 2012 und 2014. (LA=Leitart; BA=Begleitart; TA=Typspezifische Art, RL D = Rote Liste Deutschlands (Freyhof 2009), RL NI = Rote Liste Niedersachsen (LAVES, 2008)

Deutscher Name	Wissenschaftlicher Name	Ref.-art	FFH Anhang II	RL D	RL NI	2014		2012		2010	
						Ind.	%	Ind.	%	Ind.	%
Aal	<i>Anguilla anguilla</i>	LA	nein	2	2	1	0,7	2	0,2	2	1,1
Aland	<i>Leuciscus idus</i>	TA	nein	-	-			8	0,8	48	26,7
Barbe	<i>Barbus barbus</i>	BA	nein	-	3	3	2,1	6	0,6	6	3,3
Bitterling	<i>Rhodeus amarus</i>	BA	ja	-	1			3	0,3	1	0,6
Brasse	<i>Abramis brama</i>	LA	nein	-	-			5	0,5	7	3,9
Döbel	<i>Squalius cephalus</i>	LA	nein	-	-	8	5,6	47	5,0	43	23,9
Dreistachl. Stichling	<i>Gasterosteus aculeatus</i>	BA	nein	-	-			3	0,3	3	1,7
Flussbarsch	<i>Perca fluviatilis</i>	LA	nein	-	-	20	13,9	56	5,9	3	1,7
Gründling	<i>Gobio gobio</i>	LA	nein	-	-	59	41,0	110	11,7	26	14,4
Hasel	<i>Leuciscus leuciscus</i>	LA	nein	-	-	1	0,7	19	2,0	28	15,6
Hecht	<i>Esox lucius</i>	TA	nein	3	3	15	10,4	18	1,9	2	1,1
Kaulbarsch	<i>Gymnocephalus cernuus</i>	BA	nein	-	-	1	0,7	2	0,2		
Quappe	<i>Lota lota</i>	BA	nein	V	3	6	4,2	1	0,1		
Rotaugen	<i>Rutilus rutilus</i>	LA	nein	-	-	2	1,4	308	32,6	6	3,3
Rotfeder	<i>Scardinius erythrophthalmus</i>	TA	nein	-	-			1	0,1		
Schleie	<i>Tinca tinca</i>	BA	nein	-	-	1	0,7	11	1,2		
Steinbeißer	<i>Cobitis taenia</i>	TA	ja	-	3	19	13,2	265	28,1		
Ukelei	<i>Alburnus alburnus</i>	TA	nein	-	-			67	7,1	4	2,2
Giebel	<i>Carassius gibelio</i>	-	nein	-	-	1	0,7				
Goldfisch	<i>Carassius auratus auratus</i>	-	nein	-	-	2	1,4				
Mühlkoppe	<i>Cottus gobio</i>	-	ja	-	3	3	2,1	12	1,3		
Schmerle	<i>Barbatula barbatula</i>	-	nein	-	-	2	1,4				
Rapfen	<i>Aspius aspius</i>	-	ja	-	-					1	0,6
						Ind.	144	944	180		
						Taxa	16	19	14		

5 Ergebnisse und Auswertung der Makrophytenkartierung

Bei der Bootsbefahrung am 01.09.2016 wurden auf der ca. sieben Flusskilometer langen Strecke 15 Probepunkte entsprechend den Vorgaben des BAYLFU (2006ff) zur Umsetzung der EU-WRRL bearbeitet. Die PHYLIB-Auswertung erfolgte auf Basis eines potamal geprägten Tieflandflusses mittlerer Größe (Makrophytentyp TNm).

Bei der Kartierung wurden insgesamt 10 aquatische Makrophyten nachgewiesen, von denen eine Art nicht bis auf Artniveau bestimmt werden konnte. Ergänzend zu der Makrophytenkartierung wurde die Verbreitung der Makroalgen *Enteromorpha interstitialis* und *Cladophora spec.* erfasst.

Als dominante submerse Arten treten *Sparganium emersum* (Einfacher Igelkolben), *Elodea canadensis* (Kanadische Wasserpest) und *Potamogeton pectinatus* (Kammlaichkraut) auf. Diese Arten sind nahezu auf der gesamten untersuchten Fließgewässerstrecke in oftmals hohem Deckungsgrad anzutreffen. Ebenfalls häufig, jedoch nur in strömungsberuhigten Uferbereichen und deswegen mit insgesamt geringerer Deckung, wurde die Schwimmblattart *Lemna minor* (Kleine Wasserlinse) kartiert. Von den kartierten Arten werden die Laichkrautarten *Potamogeton pectinatus* und *Potamogeton crispus* sowie die Schwimmblattarten *Lemna minor* und *Spirodela polyrhiza* als eutraphente Störzeiger eingestuft. Alle weiteren festgestellten submersen Taxa, so auch die dominanten Arten *Sparganium emersum* (Einfacher Igelkolben) und *Elodea canadensis* (Kanadische Wasserpest) zeigen eine mittlere Belastung an bzw. verhalten sich hinsichtlich ihrer Zeigerfunktion indifferent. Ein Vorkommen sensibler, typspezifischer Arten wurde nicht festgestellt. Insgesamt zeichnete sich die Untersuchungsstrecke durch eine mäßig diverse und untereinander weitgehend ähnlich geprägte Makrophytengesellschaft aus. Hinsichtlich der Artenzusammensetzung und der Abundanz wurden keine wesentlichen Veränderungen innerhalb der untersuchten Fließgewässerstrecke erkennbar.

Aus der Anwendung des PHYLIB-Verfahrens (BAYLFU 2006 ff) zur Bewertung des ökologischen Zustands auf der Basis der Makrophyten resultiert für 13 der 15 Probestellen eine gesicherte Bewertung. Zwei Probestellen wurden nicht klassifiziert, da die Gesamtquantität der angetroffenen Arten für eine Bewertung durch PHYLIB zu gering ist. Der überwiegende Teil der untersuchten Probestellen, deren Auswertung zu einem gesicherten Ergebnis führt, wird in einen mäßigen ökologischen Zustand / Potenzial eingestuft. Jeweils zwei Probestellen schließen mit einem gesicherten guten bzw. ungenügenden Ergebnis ab. Eine kontinuierliche Veränderung der ökologischen Zustandsklasse bzw. des ökologischen Potenzials im Fließverlauf der untersuchten Gewässerstrecke ist auf Basis der vorliegenden Ergebnisse nicht erkennbar.

Die salztolerante Grünalge *Enteromorpha interstitialis* wurde nur im Bereich der Makrophytenprobestelle PS 5 kleinräumig und in geringer Deckung nachgewiesen.

Eine Auflistung der nachgewiesenen Makrophyten und Makroalgen sowie deren geschätzter Verbreitungsgrad und die Bewertung der einzelnen Probestellen nach dem PHYLIB-Verfahren ist der folgenden Tabelle zu entnehmen.

DV-Nr	Taxaname	Kat.	Fuhse PS 1, 0+000	Fuhse PS 2, 0+500	Fuhse PS 3, 1+000	Fuhse PS 4, 1+500	Fuhse PS 5, 2+000	Fuhse PS 6, 2+500	Fuhse PS 7, 3+000	Fuhse PS 8, 3+500	Fuhse PS 9, 4+000	Fuhse PS 10, 4+500	Fuhse PS 11, 5+000	Fuhse PS 12, 5+500	Fuhse PS 13, 6+000	Fuhse PS 14, 6+500	Fuhse PS 15, 7+000
2036	Callitriche spec.	-				1	1										1
2011	Elodea canadensis	B	3	1	2	3	2	1	1	1	2	2	3	1	1	1	3
2018	Lemna minor	C	1	2	1	2	2	2	2	1	2	2	2	1	2	2	3
2005	Myriophyllum spicatum	B															1
2021	Nuphar lutea	B															
2002	Potamogeton crispus	C					1	1									
2010	Potamogeton natans	B						2	2	2	2	2	1	1	1	1	1
2001	Potamogeton pectinatus	C	2	3	3	2	2	1	1	1	1	1	3	3			2
2992	Sparganium emersum	B	2	3	3	2	2	1	1	3	1	2	2	2	2	3	2
2031	Spirodela polyrrhiza	C						1	1				1	1			2
7000	Cladophora	-					1	1	1				1	1			2
7034	Enteromorpha intestinalis	-															
Anzahl Taxa			4	5	4	5	7	6	4	6	5	9	9	7	4	9	5
PHYLIB Bewertung (BAYLFU 2006ff): Makrophytentyp TNm			2	3	3	3	3	3	3	3	3	3	2	4	3	3	4
Ergebnis gesichert			ja	ja	ja	ja	ja	ja	nein	ja	ja	ja	ja	ja	nein	ja	ja

Tabelle 5.1: Ökologische Zustandsklasse der Untersuchungspunkte auf Basis der Makrophyten (berechnet mit PHYLIB, Version 5.3). Kategorie: A = sensible bzw. typspezifische Arten; B = Arten, die geringe/mittlere Belastung anzeigen oder sich indifferent verhalten; C = (eutraphente) Störzeiger. Häufigkeit (Schätzzahl nach KOHLER (1978))

6 Ergebnisse und Auswertung des Makrozoobenthos und der Diatomeen

Nachfolgend sind die vollständigen Untersuchungsergebnisse der biologischen Qualitätskomponenten Makrozoobenthos und Diatomeen für die einzelnen Probestellen wiedergegeben. Sie enthalten neben den Artenlisten die Auswertungsergebnisse entsprechend der PERLODES-Software (Version 4.04) bzw. PHYLIB-Software (Version 5.3.0) zur Bewertung der Gewässerabschnitte im Sinne der europäischen Wasserrahmenrichtlinie (OGewV 2016). Eine Plausibilisierung der einzelnen Untersuchungsbereiche erfolgte unabhängig von dem verwendeten Programm durch die Bearbeiter im Rahmen der Möglichkeiten. Hierfür wurden alle verfügbaren abiotischen Daten und Messwerte sowie die Ergebnisse der biologischen Erhebungen verwendet.

6.1 Probestelle 1

Die Fuhse fließt im Umfeld der Untersuchungsstelle gleichmäßig schnell mit allenfalls mäßiger Turbulenz. Die mittlere Tiefe beträgt etwa 90cm. Der Gewässerverlauf ist gestreckt und die Ufer sind weitgehend unbeschattet. Das Sohlsubstrat besteht überwiegend aus Sand mit mosaikartig wachsenden Makrophyten. Kleinräumig finden sich kiesige Bestandteile sowie kleineres Totholz.



Abb.: 6.1: Übersichtsfoto der Probestelle 1; flussabwärts



Abb.: 6.2: Übersichtsfoto der Probestelle 1; flussaufwärts



Abb.: 6.3: Übersichtsfoto der Probestelle 1; Detail

Die Probenahme des Makrozoobenthos und der Diatomeen erfolgte am 07.06.2016 und am 01.09.2016. Die zum Zeitpunkt der Probenahme gemessenen chemischen- und physikalischen Parameter liegen, bezogen auf den zugeordneten Gewässertyp (Typ 15), überwiegend im Normbereich. Die elektrische Leitfähigkeit überschreitet an beiden Probenahmeterminen deutlich den für Tieflandflüsse gewässertypischen Bereich (350 -750 $\mu\text{S}/\text{cm}$; POTTGIEßER & SOMMERHÄUSER 2008).

Tabelle 6.1: Chemisch- physikalische Parameter an der Messstelle 1

Fuhse; Messstelle 1		
Datum	07.06.2016	01.09.2016
Temperatur °C	19	18,2
pH-Wert	7,9	8,0
elektrische Leitfähigkeit ($\mu\text{S}/\text{cm}$)	944	1.280
Sauerstoffgehalt (mg/l)	8,6	9,8
Sauerstoffsättigung %	84,4	104,4

6.1.1 Ergebnisse Makrozoobenthos

6.1.1.1 Artenliste Makrozoobenthos

Tabelle 6.2: Artenliste Makrozoobenthos der Messstelle 1. Die Daten entsprechen den auf einer Fläche von 1,25 m² entnommenen Individuen. Rote Liste Deutschland (RL D), Rote Liste Niedersachsens, 2016 (RL Nds): 0 = ausgestorben oder verschollen, 1 = vom Aussterben bedroht, 2 = stark gefährdet, 3 = gefährdet, V = Vorwarnliste

System	DV_Nr	TAXON_NAME	Fuhse, Messstelle 1, 07.06.2016	Fuhse, Messstelle 1, 01.09.2016	RL D	RL Nds.
Amphipoda	1002	Gammarus pulex	425	11		
Coleoptera	112	Elmis Larve		9		
Coleoptera	359	Limnius Larve		1		
Coleoptera	113	Oulimnius Larve		18		
Diptera - Chironomidae	911	Chironomidae	21			
Diptera - Chironomidae	910	Chironomini	3	55		
Diptera - Chironomidae	604	Prodiamesa olivacea	6			
Diptera - Chironomidae	502	Tanypodinae		35		
Diptera - Chironomidae	605	Tanytarsini		29		
Diptera - Pediciidae	132	Dicranota	6			
Diptera - Simuliidae	762	Simulium	126	5		
Diptera - Simuliidae	10191	Simulium (Nevermannia)	63	1		
Diptera - Simuliidae	900	Simulium (Wilhelmia)	21	1		
Ephemeroptera	7	Baetis	12	2		
Ephemeroptera	278	Baetis vernus	15			
Ephemeroptera	847	Caenis luctuosa		6		
Ephemeroptera	20957	Caenis macrura - Gruppe	6			
Ephemeroptera	20956	Caenis pseudorivulorum - Gruppe		1		
Ephemeroptera	252	Centroptilum luteolum		7		
Ephemeroptera	88	Heptagenia sulphurea		2		
Ephemeroptera	158	Procloeon bifidum		6		
Heteroptera	60	Aphelocheirus aestivalis		1	V	
Hydrozoa	5014	Hydra	1			
Isopoda	1004	Asellus aquaticus		4		
Isopoda	1107	Proasellus coxalis	2			
Mollusca	1009	Bithynia tentaculata	10	1		
Mollusca	1115	Sphaerium	6	3		
Odonata	124	Calopteryx splendens	17	29	V	*
Odonata	30	Calopteryx virgo		22	3	3
Odonata	909	Coenagrionidae		1		
Odonata	10480	Ophiogomphus cecilia (Exuvie)	1	6	2	3
Oligochaeta (Para- bzw. Polyphyla)	1094	Lumbriculus variegatus	21			
Oligochaeta (Para- bzw. Polyphyla)	1191	Potamothenix hammoniensis	31	3		
Oligochaeta (Para- bzw. Polyphyla)	1947	Rhynchelmis limosella	1			
Oligochaeta (Para- bzw. Polyphyla)	1357	Spirosperma ferox	10			
Oligochaeta (Para- bzw. Polyphyla)	1087	Tubifex tubifex	10			
Oligochaeta (Para- bzw. Polyphyla)	5008	Nematoda		3		
Oligochaeta (Para- bzw. Polyphyla)	1356	Aulodrilus plurisetus		1		
Oligochaeta (Para- bzw. Polyphyla)	1365	Enchytraeidae		1		
Trichoptera	14	Anabolia nervosa		1		
Trichoptera	63	Brachycentrus subnubilus	18	1	3	F3

System	DV_Nr	TAXON_NAME	Fuhse, Messstelle 1, 07.06.2016	Fuhse, Messstelle 1, 01.09.2016	RL D	RL Nds.
Trichoptera	125	Hydropsyche angustipennis	20	4		
Trichoptera	115	Hydropsyche pellucidula		6		
Trichoptera	331	Hydroptila		3		
Trichoptera	20923	Limnephilini	24			
Trichoptera	858	Lype reducta		2		
Trichoptera	362	Mystacides		3		
Trichoptera	611	Rhyacophila (Rhyacophila)	3			
Turbellaria (Para- bzw. Polyphyla)	1946	Dugesia		1		
Taxazahl			26	36		
Individuenzahl			879	285		

6.1.1.2 Bewertungsergebnisse Makrozoobenthos

Die Makrozoobenthoszönose der Probestelle 1 weist eine durchschnittliche Artenvielfalt auf. Im Juni wurden 26 Taxa mit insgesamt 879 Individuen festgestellt. Die zweite Probenahme war mit 36 Taxa artenreicher, dabei aber mit 285 Tieren deutlich individuenärmer.

Im Juni wird die Zönose deutlich vom gewöhnlichen Flohkrebs *Gammarus pulex*, einer Charakterart dieses Fließgewässertyps dominiert. Daneben ist in der Wirbellosengemeinschaft ein hoher Anteil verschiedener Dipterenlarven aufzufinden. Der hohe Anteil aus der filtrierenden Gruppe Simuliidae indiziert eine gegebene stoffliche Belastung, die sich zusammen mit der Präsenz verschiedener verschmutzungstoleranter Taxa aus den Gruppen der Oligochaeten und der Isopoden auch in der mäßigen Bewertung des Saprobien-Index widerspiegelt. Zudem liegt der Index mit einem Wert von 2,32 im Bereich der Klassengrenze zu „gut“.

Die relativ individuenarme Septemberprobe zeigt keine deutliche Dominanz einer einzelnen Art. Insgesamt sind die funktionalen Gruppen der Wirbellosengemeinschaft in dieser Probe etwas vielfältiger abgebildet. Auffällig ist jedoch die reduzierte Präsenz von Gammariden sowie Isopoden, so dass die funktional wichtige Gruppe der Zerkleinerer im September nahezu vollständig ausfällt.

Insgesamt ist die Artenzusammensetzung im Bereich der Probestelle bezogen auf den Gewässertyp nur als bedingt charakteristisch zu bezeichnen. Die Zönose umfasst zwar auch einige sensitive bzw. anspruchsvollere Taxa wie z.B. die strömungsliebende Köcherfliege *Brachycentrus subnubilus*, insgesamt sind diese jedoch etwas unterrepräsentiert. Vor allem der geringe Anteil an EPT-Fauna (*Ephemeroptera*, *Plecoptera*, *Trichoptera*) indiziert eine gewisse Strukturarmut. Insbesondere der geringe Anteil Trichoptera Arten deutet zudem auf das Fehlen organischer Sekundärsubstrate hin, was ursächlich u.a. auf die Defizite in der Uferstruktur zurückzuführen ist.

Arten der Roten Liste wurden aus den Gruppen Odonata und Trichoptera nachgewiesen.

Unter Berücksichtigung der Ergebnisse aus beiden Proben bewerten die Bearbeiter den ökologischen Zustand der Fuhse im Bereich der Probestelle 1 auf Basis des Makrozoobenthos als mäßig.

Ökologische Klasse (Bearbeiterbewertung): **mäßig**

Die nachfolgenden Tabellen zeigen die Bewertungen der PERLODES-Software. Die Anwendung der verschiedenen Bewertungsverfahren (für NWB/HMWB) resultiert im gleichen Ergebnis für Zustands- bzw. Potenzialklasse. In beiden Fällen wird im Juni eine gesicherte mäßige Bewertung angegeben. Die spätere Probe schließt mit einer gesicherten guten Bewertung ab, was insbesondere auf den günstigeren Saprobienindex als Folge einer geringeren Abundanz der Oligochaeta zurückzuführen ist.

Tabelle 6.3: Bewertung der ökologischen Klassen (NWB)

PERLODES BEWERTUNG Natural Waterbody (NWB)		
Probenahme	Fuhse, Messpunkt 1; 07.06.2016	Fuhse, Messpunkt 1; 01.09.2016
NWB Ökologische Zustandsklasse	mäßig	gut
NWB Ergebnis der Ökologischen Zustandsklasse ist	gesichert	gesichert
NWB Qualitätsklasse Modul "Saprobie"	mäßig	gut
NWB Ergebnis des Modules "Saprobie" ist	gesichert	gesichert
NWB Qualitätsklasse Modul "Allgemeine Degradation"	gut	gut
NWB Ergebnis des Modules "Allgemeine Degradation" ist	gesichert	gesichert

Tabelle 6.4: Bewertung der ökologischen Klassen (HMWB)

PERLODES BEWERTUNG Heavily modified Waterbody (HMWB)		
Probenahme	Fuhse, Messpunkt 1; 07.06.2016	Fuhse, Messpunkt 1; 01.09.2016
Nutzung	Landentwässerung und Hochwasserschutz	
HMWB Ökologische Potenzialklasse	mäßig	gut
HMWB Ergebnis der Ökologischen Potenzialklasse ist	gesichert	gesichert
HMWB Qualitätsklasse Modul "Saprobie"	mäßig	gut
HMWB Ergebnis des Modules "Saprobie" ist	gesichert	gesichert
HMWB Qualitätsklasse Modul "Allgemeine Degradation"	gut	gut
HMWB Ergebnis des Modules "Allgemeine Degradation" ist	gesichert	gesichert

Tabelle 6.5: Bewertung der Saprobie

Probenahme	Fuhse, Messpunkt 1, 07.06.2016		Fuhse, Messpunkt 1, 01.09.2016	
	Ergebnis	Qualitätsklasse	Ergebnis	Qualitätsklasse
Ergebnis		mäßig		gut
German Saprobic Index (new version)	2,32	mäßig	2,05	gut
Result of the German Saprobic Index (new Version) is	reliable	-	reliable	-
Dispersion	0,145	-	0,048	-
Sum of abundance classes	33	-	34	-

Tabelle 6.6: Bewertung der Allgemeinen Degradation NWB

PERLODES BEWERTUNG Natural Waterbody (NWB)							
Probenahme		Fuhse, Messpunkt 1, 07.06.2016			Fuhse, Messpunkt 1, 01.09.2016		
Stressor	Allgemeine Degradation	Ergebnis	Score (0-1)	Qualitätsklasse	Ergebnis	Score (0-1)	9,8
Ergebnis			0,7	gut		0,62	gut
Toleranz	German Fauna Index type 15/17	1	0,875	sehr gut	0,6	0,625	gut
	Result German Fauna Index is	reliable	-	-	reliable	-	-
	Sum of abundance classes	16	-	-	30	-	-
	Number of indicator taxa	7	-	-	19	-	-
Funktionen	- [%] littoral (scored taxa = 100%)	4,089	0,996	sehr gut	5,161	0,945	sehr gut
Zusammensetzung	- EPT [%] (abundance classes)	26,582	0,257	unbefriedig.	29,598	0,322	unbefriedig.
Vielfalt, Diversität	- Trichoptera	4	0,333	unbefriedig.	7	0,583	mäßig
Zusatzinformation	Share of alien species [%]	0,228			0		

Tabelle 6.7: Bewertung der Allgemeinen Degradation HMWB

PERLODES BEWERTUNG Heavily modified Waterbody (HMWB)							
Nutzung: Landentwässerung und Hochwasserschutz							
Probenahme		Fuhse, Messpunkt 1, 07.06.2016			Fuhse, Messpunkt 1, 01.09.2016		
Stressor	Allgemeine Degradation	Ergebnis	Score (0-1)	Qualitätsklasse	Ergebnis	Score (0-1)	Qualitätsklasse
Ergebnis			0,79	gut		0,73	gut
Toleranz	German Fauna Index type 15/17	1	0,995	sehr gut	0,6	0,745	gut
	Result German Fauna Index is	reliable	-	-	reliable	-	-
	Sum of abundance classes	16	-	-	30	-	-
	Number of indicator taxa	7	-	-	19	-	-
Funktionen	- [%] littoral (scored taxa = 100%)	4,089	0,805	sehr gut	5,161	0,754	gut
Zusammensetzung	- EPT [%] (abundance classes)	26,562	0,47	mäßig	29,508	0,533	mäßig
Vielfalt, Diversität	- Trichoptera	4	0,494	mäßig	7	0,864	sehr gut
Zusatzinformation	Share of alien species [%]	0,228			0		

Ein Bestandteil der PERLODES-Software ist die Differenzierung ausgewählter Indikatortaxa nach ihrer Salinitätspräferenz. An der Messstelle 1 in der Fuhse werden in beiden Proben über 97 % der

berücksichtigten Indikator taxa aufgrund ihrer Präferenz als Süßwasserart eingestuft. Arten, die oligohaline (0,5-<5 PSU) Bedingungen präferieren, sind mit etwa 2 % vertreten. Als mesohalin (5-<18 PSU) eingestufte Taxa sind an der Probestelle nur in sehr geringem Umfang anzutreffen und erreichen maximal 0,5 %. Typische Versalzungszeiger (eu- und polyhalin) sind nicht vertreten.

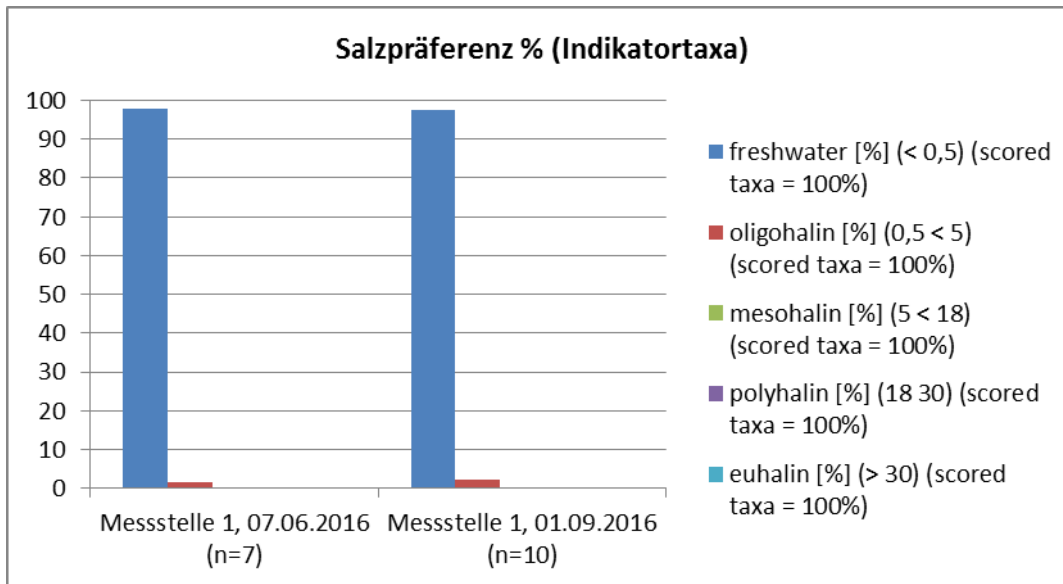


Abbildung 6.4 Indikatorarten der Metric „salinity preference“ an der Messstelle 1

6.1.2 Ergebnisse Diatomeen

6.1.2.1 Artenliste Diatomeen

Tabelle 6.8: Taxaliste der Diatomeen von Juni und September an der Probestelle 1 an der Fuhse, mit Angabe der Häufigkeit (%-Anteil) und Status innerhalb der Roten Liste Deutschlands (BfN 1996, HOFMANN ET AL. 2013). Status Rote Liste Deutschland (RL D): ne = nicht aufgeführt, V = Vorwarnliste, 3 = gefährdet

DV-Nr	Taxaname	Fuhse, Messpunkt 1, 07.06.2016	Fuhse, Messpunkt 1, 01.09.2016	RL D
6160	Achnanthes	0,41		ne
6180	Achnanthes clevei var. clevei	0,41	0,46	ne
6855	Achnanthes conspicua		1,15	ne
6248	Achnanthes delicatula ssp. delicatula	2,04	0,46	ne
16112	Achnanthes delicatula ssp. engelbrechtii	0,82	2,06	ne
6245	Achnanthes lanceolata ssp. dubia		1,15	ne
6260	Achnanthes lanceolata ssp. frequentissima var. frequentissima	2,45	1,15	ne
16127	Achnanthes lanceolata ssp. lanceolata var. lanceolata	0,61		ne
6261	Achnanthes lanceolata ssp. rostrata	2,86	3,44	ne
6014	Achnanthes minutissima var. minutissima	0,20	0,69	ne
6984	Achnanthes ploenensis var. ploenensis	0,41	2,52	ne
6860	Amphora libyca	1,23	5,96	ne
6044	Amphora ovalis	0,20	1,15	ne
6983	Amphora pediculus	1,43	20,18	ne
6143	Bacillaria paradoxa	0,20		ne
6043	Caloneis amphisbaena		0,46	ne
6051	Caloneis bacillum	0,41	0,23	ne
6306	Cocconeis neothumensis	0,41		ne
6020	Cocconeis pediculus	2,45	0,46	ne
6021	Cocconeis placentula	4,50	5,96	ne
6002	Cyclotella meneghiniana	2,66	5,28	ne

DV-Nr	Taxaname	Fuhse, Messpunkt 1, 07.06.2016	Fuhse, Messpunkt 1, 01.09.2016	RL D
6898	<i>Cymbella silesiaca</i>		1,61	ne
6065	<i>Cymbella sinuata</i>	0,41	0,46	ne
6340	<i>Denticula kuetzingii</i>		0,46	ne
6006	<i>Diatoma vulgare</i>	0,20	0,23	ne
6346	<i>Diploneis oblongella</i>		1,15	
6348	<i>Diploneis parva</i>		0,46	3
6388	<i>Fragilaria brevistriata</i> var. <i>brevistriata</i>		0,23	ne
16571	<i>Fragilaria capucina distans</i> - Sippen	0,61		ne
6828	<i>Fragilaria construens</i> f. <i>venter</i>	0,61	0,69	ne
6915	<i>Fragilaria famelica</i>	0,20		ne
6237	<i>Fragilaria parasitica</i>	0,41		ne
6776	<i>Fragilaria parasitica</i> var. <i>subconstricta</i>	0,41		ne
6078	<i>Fragilaria pinnata</i>	1,84	1,15	ne
6239	<i>Fragilaria ulna</i>	0,61	0,23	ne
16996	<i>Fragilaria vaucheriae</i>	0,41		ne
6079	<i>Frustulia vulgare</i>	0,20		ne
6001	<i>Gomphonema angustatum</i>		0,23	ne
6867	<i>Gomphonema olivaceum</i>	0,61	0,92	ne
6158	<i>Gomphonema parvulum</i>	0,82	1,83	ne
6437	<i>Gomphonema pumilum</i>		0,69	ne
6041	<i>Gyrosigma attenuatum</i>		0,23	ne
6443	<i>Gyrosigma nodiferum</i>		2,98	ne
6005	<i>Melosira varians</i>	27,40	0,69	ne
6990	<i>Navicula</i>	0,61	0,46	ne
16653	<i>Navicula antonii</i>		2,75	ne
6868	<i>Navicula capitata</i> var. <i>capitata</i>	1,23	1,61	ne
6088	<i>Navicula cari</i>		0,23	ne
6089	<i>Navicula cincta</i>	0,20		ne
6466	<i>Navicula clementis</i>		0,23	ne
6889	<i>Navicula cryptotenella</i>	2,86	1,83	ne
6473	<i>Navicula decussis</i>	0,41	1,38	ne
6916	<i>Navicula goeppertiana</i>		0,23	ne
6015	<i>Navicula gregaria</i>	4,09	4,82	ne
6864	<i>Navicula lanceolata</i>	4,70	0,23	ne
6923	<i>Navicula lenzii</i>		0,69	ne
6095	<i>Navicula minima</i>		0,23	ne
6522	<i>Navicula oppugnata</i>		0,46	V
6100	<i>Navicula protracta</i>		0,23	ne
6221	<i>Navicula reichardtiana</i>	0,41		ne
6104	<i>Navicula reinhardtii</i>	0,82	0,46	ne
6022	<i>Navicula rhyngocephala</i>	0,20		ne
6873	<i>Navicula slesvicensis</i>	0,41		ne
6106	<i>Navicula subhamulata</i>	0,20	0,92	ne
6896	<i>Navicula subminuscula</i>	0,20		ne
6831	<i>Navicula tripunctata</i>	2,45	2,98	ne
6558	<i>Navicula viridula</i> var. <i>rostellata</i>		0,46	ne
6108	<i>Neidium dubium</i>		0,23	ne
6972	<i>Nitzschia</i>		0,46	ne
6039	<i>Nitzschia amphibia</i>	0,41	2,29	ne
6008	<i>Nitzschia dissipata</i>		2,52	ne
6024	<i>Nitzschia linearis</i>	0,20		ne
6011	<i>Nitzschia palea</i>	0,20	0,46	ne
6027	<i>Nitzschia sigmoidea</i>	0,20		ne
6961	<i>Nitzschia sociabilis</i>	0,20	3,90	ne
6615	<i>Nitzschia tubicola</i>	0,20		ne
6674	<i>Pinnularia viridiformis</i>	0,20		G
6224	<i>Rhoicosphenia abbreviata</i>	20,45	2,75	ne
6228	<i>Surirella brebissonii</i> var. <i>kuetzingii</i>	0,61	0,23	ne

6.1.2.2 Bewertung Diatomeen

Eine Übersicht über die Bewertung des ökologischen Zustandes dieser Probestelle auf Basis der Diatomeenflora ist in Tabelle 6.9 dargestellt. Die Fuhse wird im Bereich der Probestelle 1 aufgrund ihrer Diatomeenzusammensetzung einem mäßigen **ökologischen Zustand nach** PHYLIB zugeordnet. Diese Einstufung gilt für beide Probenahmeterminale.

Die Diatomeenzusammensetzung im Bereich der Probestelle wird vorwiegend durch Arten geprägt, die als ubiquistisch und relativ eutrophierungstolerant anzusehen sind. In dem Probenmaterial vom Juni dominieren *Melosira varians* und *Rhoicosphenia abbreviata* mit einem Artanteil von 27% bzw. 20% deutlich. Im Spätsommer sind die Bestände dieser Arten eingebrochen, stattdessen erreicht die ubiquitär verbreitete *Amphora pediculus* einen Artanteil >20%. Artanteile >5 % werden zu diesem Zeitpunkt zudem von *Cocconeis placentula*, *Amphora libyca* und der fakultativ planktisch lebenden *Cyclotella meneghiniana* eingenommen. Alle diese Arten weisen eine relevante Toleranz gegenüber Gewässerverschmutzungen auf.

Als alternative schematisierte Bearbeiterbewertung des Zustands anhand der nachgewiesenen Diatomeenflora wurde der **Trophieindex nach DVWK (1999)** ermittelt. Für den Fließgewässertyp 15 wurde dabei von einer Referenztrophy der Stufe eutroph 1 ausgegangen. Auf Basis dieser schematisierten Bearbeiterbewertung wird der ökologische Zustand des Gewässerabschnitts anhand der Diatomeenzusammensetzung analog zur PHYLIB-Bewertung ebenfalls als mäßig bewertet.

Der prozentuale **Anteil verschmutzungstoleranter Taxa** weist auf eine zumindest mäßige organische Belastung hin. Der Schwellenwert, von 10%, ab dem von einer deutlich wirksamen Belastung ausgegangen werden muss, wird nur im Spätsommer leicht überschritten und ist u.a. auf erhöhte Anteile diverser Nitzschia-Taxa zurückzuführen. *Amphora pediculus* ist bei HOFMANN ET AL. (2013) nicht als eutroph oder tolerant gekennzeichnet, allerdings wird auch in dieser Quelle auf eine gegebene Toleranz bis in den β -mesosaprobe Bereich hingewiesen.

Nach dem **Halobienindex nach Ziemann (1999)** sind keine Versalzungserscheinungen festzustellen. Der Gewässerabschnitt wird als typisches Süßwasser bewertet. Dementsprechend liegt der Anteil als salztolerant eingestufter Taxa (halophil, mesohalob) zu beiden Probenahmeterminen jeweils deutlich unter 10%.

Tabelle 6.9: Ergebnisse der floristischen Qualitätskomponenten an der Fuhse, Messstelle 1

Bewertungsverfahren		Fuhse, Messpunkt 1, 07.06.2016	Fuhse, Messpunkt 1, 01.09.2016
PHYLIB (BAYLFU 2006ff); WRRl-Typ 15 Diatomeentyp D 13.1 [13]	HI Diatomeen (PHYLIB)	4,7	3,55
	Bewertung Diatomeen	3	3
Alternative Bewertungsverfahren für Diatomeen		Fuhse, Messpunkt 1, 07.06.2016	Fuhse, Messpunkt 1, 01.09.2016
TDI DVWK (1999) (WRRl-Typ 15)	Trophieindex	3,19	3,05
	Trophiestatus	III (polytroph 1)	III (polytroph 1)
	Referenztrophy	eutroph 1	
	Zustand EcoRing	mäßig	mäßig
Hypertrophiezeiger	Anteil in %	7,98	10,09
Abwassertolerante Arten	Anteil in %	6,75	11,70
Halobienindex nach Ziemann (1999)	HI Diatomeen (Ziemann)	3,3	3,2
	Salzstatus Ziemann	typisches Süßwasser	typisches Süßwasser

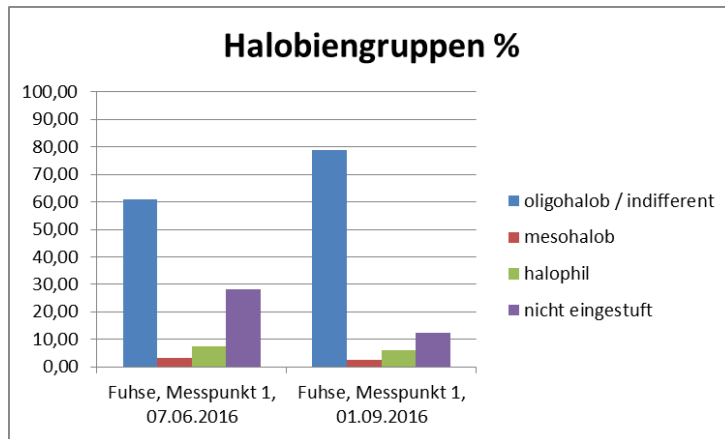


Abbildung 6.5: Auswertung der Diatomeen nach Halobiengruppen (Fuhse, Messstelle 1)

6.2 Probestelle 2

Die Fuhse fließt im Umfeld der Untersuchungsstelle relativ schnell mit mäßiger Turbulenz. Die mittlere Tiefe beträgt etwa 60cm. Der Gewässerverlauf ist gestreckt und die Ufer sind weitgehend unbeschattet. Das Sohlsubstrat besteht überwiegend aus Sand und Kies. Die Gewässersohle ist horstartig mit Makrophyten bewachsen und es liegen kleinere Stücke Totholz auf. An den Gewässerrändern bildet die überhängende Ufervegetation einen weiteren aquatischen Kleinlebensraum.



Abb.: 6.6: Übersichtsfoto der Probestelle 2; flussabwärts



Abb.: 6.7: Übersichtsfoto der Probestelle 2; flussaufwärts



Abb.: 6.8: Übersichtsfoto der Probestelle 2; Detail

Die zum Zeitpunkt der Probenahme gemessenen chemischen- und physikalischen Parameter liegen, bezogen auf den zugeordneten Gewässertyp (15), überwiegend im Normbereich. Die elektrische Leitfähigkeit überschreitet an beidem Probenahmeterminen deutlich den für Tieflandflüsse gewässertypischen Bereich (karbonatisch 350 -750 $\mu\text{S}/\text{cm}$; POTTGIEßER & SOMMERHÄUSER 2008). Die übrigen Parameter sind unauffällig. Es bestanden keine deutlichen Unterschiede zu der flussaufwärts gelegenen Probestelle 1.

Tabelle 6.10: Chemisch- physikalische Parameter an der Messstelle 2

Fuhse; Messstelle 2		
Datum	07.06.2016	01.09.2016
Temperatur °C	19	20
pH-Wert	7,9	8,3
elektrische Leitfähigkeit ($\mu\text{S}/\text{cm}$)	932	1.308
Sauerstoffgehalt (mg/l)	7,5	10,7
Sauerstoffsättigung %	82,3	115,1

6.2.1 Ergebnisse Makrozoobenthos

6.2.1.1 Artenliste Makrozoobenthos

Tabelle 6.11: Artenliste Makrozoobenthos Fuhse Messstelle 2

Die Daten entsprechen den auf einer Fläche von 1,25 m² entnommenen Individuen. Rote Liste Deutschland (RL D), Rote Liste Niedersachsens, 2016 (RL Nds): 0 = ausgestorben oder verschollen, 1 = vom Aussterben bedroht, 2 = stark gefährdet, 3 = gefährdet, V = Vorwarnliste

System	DV_Nr	TAXON_NAME	Fuhse, Messstelle 2, 07.06.2016	Fuhse, Messstelle 2, 01.09.2016	RL D	RL Nds.
Amphipoda	1002	Gammarus pulex	220	4		
Coleoptera	112	Elmis Larve		1		
Coleoptera	113	Oulimnius Larve		1		
Diptera - Athericidae	609	Atrichops crassipes		1		
Diptera - Chironomidae	911	Chironomidae	22	11		
Diptera - Chironomidae	910	Chironomini		46		
Diptera - Chironomidae	604	Prodiamesa olivacea	30			
Diptera - Chironomidae	502	Tanypodinae		14		
Diptera - Chironomidae	605	Tanytarsini		27		
Diptera - Pediciidae	132	Dicranota	3			
Diptera - Simuliidae	10191	Simulium (Nevermannia)	33			
Ephemeroptera	601	Baetis fuscatus - Gruppe	4	4		
Ephemeroptera	20174	Baetis lutheri - Gruppe	4			
Ephemeroptera	278	Baetis vernus	11			
Ephemeroptera	847	Caenis luctuosa	6	8		
Ephemeroptera	252	Centroptilum luteolum		5		
Ephemeroptera	393	Ephemera		1		
Ephemeroptera	86	Heptagenia flava	12		3	F3
Ephemeroptera	158	Procloeon bifidum		2		
Heteroptera	60	Aphelocheirus aestivalis		1	V	
Hirudinea	1000	Erpobdella octoculata	2			
Hirudinea	1119	Glossiphonia	3			
Isopoda	1004	Asellus aquaticus	3			
Mollusca	1009	Bithynia tentaculata		1		
Mollusca	1036	Potamopyrgus antipodarum	16	4		
Mollusca	1115	Sphaerium	6			
Mollusca	1085	Valvata piscinalis		1		
Odonata	124	Calopteryx splendens	24	23	V	
Odonata	10480	Ophiogomphus cecilia		5	2	3
Oligochaeta (Para- bzw. Polyphyla)	1110	Limnodrilus	4			
Oligochaeta (Para- bzw. Polyphyla)	1093	Limnodrilus hoffmeisteri	8			
Oligochaeta (Para- bzw. Polyphyla)	1191	Potamotheix hammoniensis	4			
Oligochaeta (Para- bzw. Polyphyla)	1167	Tubifex	23			
Trichoptera	14	Anabolia nervosa	2			
Trichoptera	63	Brachycentrus subnubilus	4		3	F3
Trichoptera	9	Hydropsyche	6			
Trichoptera	877	Hydropsyche contubernalis	3			
Trichoptera	848	Hydropsyche siltalai	3			
Trichoptera	331	Hydroptila		3		
Trichoptera	20923	Limnephilini	2			
Trichoptera	451	Mystacides azurea	2			
Taxazahl			27	20		
Individuenzahl			460	163		

6.2.1.2 Bewertung Makrozoobenthos

Die Makrozoobenthoszönose der Probestelle 2 weist eine allenfalls durchschnittliche Artenvielfalt auf. Im Juni wurden 460 Individuen festgestellt, die sich auf 27 Taxa verteilten. Die Beprobung im September erbrachte deutlich weniger Individuen (163), die sich auf nur noch 20 Taxa verteilten.

Wie auch an der weiter oberhalb gelegenen Probestelle wird die Zönose im Juni deutlich vom gewöhnlichen Flohkrebs *Gammarus pulex* dominiert. Daneben ist in der Wirbellosengemeinschaft ein hoher Anteil verschiedener Dipterenlarven aufzufinden.

Die Septemberprobe ist wiederum deutlich Individuenärmer und zeigt keine Dominanz einer einzelnen Art. Auch hier ist der Dipterenanteil hoch. Die funktional wichtige Gruppe der Zerkleinerer (Gammariden und Isopoden) fällt nahezu vollständig aus. Gleiches gilt für die Gruppe der Köcherfliegen, die nur noch mit einer Art vertreten ist.

Insgesamt ist die Artenzusammensetzung im Bereich der Probestelle bezogen auf den Gewässertyp nur als bedingt charakteristisch zu bezeichnen. In der Zönose sind sensitive bzw. anspruchsvollere Taxa nur in geringer Abundanz aufzufinden. Der geringe Anteil an EPT-Fauna (*Ephemeroptera*, *Plecoptera*, *Trichoptera*) indiziert eine gewisse Strukturarmut im Bereich der Probestelle. Das Fehlen organischer Sekundärsubstrate wird insbesondere durch den geringen Anteil an Trichopteren Arten angezeigt.

Analog zum Messpunkt 1 indiziert der Saprobienindex für die Juni-Probe ebenfalls mäßige saprobielle Belastungen und ist zustandsbestimmend für die mäßige Bewertung im Juni. Dabei liegt der Saprobienindex mit 2,34 auch hier im Bereich der Klassengrenze zu „gut“.

Arten der Roten Liste wurden aus den Gruppen Odonata und Trichoptera und Ephemeroptera nachgewiesen.

Unter Berücksichtigung der Ergebnisse aus beiden Proben bewerten die Bearbeiter den ökologischen Zustand der Fuhse im Bereich der Probestelle 2 auf Basis des Makrozoobenthos noch als mäßig. Hierbei wird davon ausgegangen, dass das unbefriedigende Ergebnis der Septemberprobe durch den späten Probenahmezeitpunkt mitbeeinflusst wird.

Ökologische Klasse (Bearbeiterbewertung): **mäßig**

Die nachfolgenden Tabellen zeigen die Bewertungen der PERLODES-Software. Die Anwendung der verschiedenen Bewertungsverfahren (für NWB/HMWB) resultiert für die Juni Probe im gleichen Ergebnis für Zustands- bzw. Potenzialklasse. In beiden Fällen wird eine gesicherte mäßige Bewertung angegeben. Die Bewertung der Septemberprobe variiert in den Bewertungen um eine Klasse. Auf Basis eines NWB wird der Wasserkörper in einen unbefriedigenden ökologischen Zustand eingestuft. Bezogen auf einen HMWB wird die ökologische Potenzialklasse mit mäßig bewertet

Tabelle 6.12: Bewertung der ökologischen Klassen (NWB)

PERLODES BEWERTUNG Natural Waterbody (NWB)		
Probenahme	Fuhse, Messpunkt 2; 07.06.2016	Fuhse, Messpunkt 2; 01.09.2016
NWB Ökologische Zustandsklasse	mäßig	unbefriedigend
NWB Ergebnis der Ökologischen Zustandsklasse ist	gesichert	gesichert
NWB Qualitätsklasse Modul "Saprobie"	mäßig	gut
NWB Ergebnis des Modules "Saprobie" ist	gesichert	gesichert
NWB Qualitätsklasse Modul "Allgemeine Degradation"	mäßig	unbefriedigend
NWB Ergebnis des Modules "Allgemeine Degradation" ist	gesichert	gesichert

Tabelle 6.13: Bewertung der ökologischen Klassen (HMWB)

PERLODES BEWERTUNG Heavily modified Waterbody (HMWB)		
Probenahme	Fuhse, Messpunkt 2; 07.06.2016	Fuhse, Messpunkt 2; 01.09.2016
Nutzung	Landentwässerung und Hochwasserschutz	
HMWB Ökologische Potenzialklasse	mäßig	mäßig
HMWB Ergebnis der Ökologischen Potenzialklasse ist	gesichert	gesichert
HMWB Qualitätsklasse Modul "Saprobie"	mäßig	gut
HMWB Ergebnis des Modules "Saprobie" ist	gesichert	gesichert
HMWB Qualitätsklasse Modul "Allgemeine Degradation"	gut	mäßig
HMWB Ergebnis des Modules "Allgemeine Degradation" ist	gesichert	gesichert

Tabelle 6.14: Bewertung der Saprobie

Probenahme	Fuhse, Messpunkt 2, 07.06.2016		Fuhse, Messpunkt 2, 01.09.2016	
	Ergebnis	Qualitäts- klasse	Ergebnis	Qualitäts- klasse
Ergebnis		mäßig		gut
German Saprobic Index (new version)	2,34	mäßig	2,09	gut
Result of the German Saprobic Index (new Version) is	reliable	-	reliable	-
Dispersion	0,128	-	0,031	-
Sum of abundance classes	34	-	21	-

Tabelle 6.15: Bewertung der Allgemeinen Degradation NWB

PERLODES BEWERTUNG Natural Waterbody (NWB)							
Probenahme		Fuhse, Messpunkt 2, 07.06.2016			Fuhse, Messpunkt 2, 01.09.2016		
Stressor	Allgemeine Degradation	Ergebnis	Score (0-1)	Qualitäts- klasse	Ergebnis	Score (0-1)	Qualitäts- klasse
Ergebnis			0,55	mäßig		0,38	unbefriedig.
Toleranz	German Fauna Index type 15/17	0,286	0,429	mäßig	0,278	0,424	mäßig
	Result German Fauna Index is	reliable	-	-	reliable	-	-
	Sum of abundance classes	21	-	-	18	-	-
	Number of indicator taxa	12	-	-	12	-	-
Funktionen	- [%] littoral (scored taxa = 100%)	4,107	0,995	sehr gut	9,077	0,758	gut
Zusammensetzung	- EPT [%] (abundance classes)	35,185	0,449	mäßig	25	0,222	unbefriedig.
Vielfalt, Diversität	- Trichoptera	7	0,583	mäßig	1	0,083	schlecht
Zusatzinformation	Share of alien species [%]	3,478			2,454		

Tabelle 6.16: Bewertung der Allgemeinen Degradation HMWB

PERLODES BEWERTUNG Heavily modified Waterbody (HMWB)							
Nutzung: Landentwässerung und Hochwasserschutz							
Probenahme		Fuhse, Messpunkt 2, 07.06.2016			Fuhse, Messpunkt 2, 01.09.2016		
Stressor	Allgemeine Degradation	Ergebnis	Score (0-1)	Qualitätsklasse	Ergebnis	Score (0-1)	Qualitätsklasse
Ergebnis			0,66	gut		0,44	mäßig
Toleranz	German Fauna Index type 15/17	0,286	0,549	mäßig	0,235	0,517	mäßig
	Result German Fauna Index is	reliable	-	-	reliable	-	-
	Sum of abundance classes	21	-	-	17	-	-
	Number of indicator taxa	12	-	-	11	-	-
Funktionen	- [%] littoral (scored taxa = 100%)	4,107	0,804	sehr gut	9,077	0,568	mäßig
Zusammensetzung	- EPT [%] (abundance classes)	31,1856	0,654	gut	25	0,437	mäßig
Vielfalt, Diversität	- Trichoptera	7	0,864	sehr gut	1	0,123	schlecht
Zusatzinformation	Share of alien species [%]	3,478			2,454		

Die Auswertung der Metric „Salinity preference“ zeigt eine deutliche Dominanz von Süßwasserarten. Der Anteil Süßwasser präferierender Arten liegt durchgängig oberhalb von 95 %. Indikatorarten mit einer Präferenz für oligohaline Gewässer erreichen maximal einen Anteil von 2 %. Taxa mit einer größeren Salztoleranz (mesohalin) stellen im September ebenfalls maximal 2% der eingestufteten Makrozoobenthosgesellschaft. Indikatorarten für höhere Salzgehalte (poly- bzw. euhalin) wurden in keiner Probe nachgewiesen.

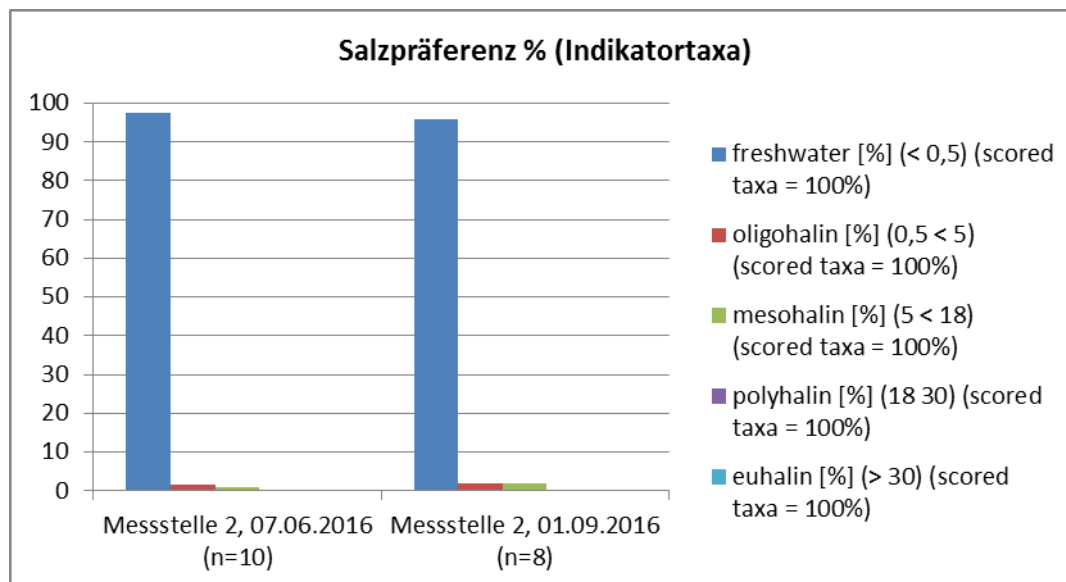


Abbildung 6.9: Indikatorarten der Metric „salinity preference“ an der Messstelle 2

6.2.2 Ergebnisse Diatomeen

6.2.2.1 Artenliste Diatomeen

Tabelle 6.17 Taxaliste der Diatomeen von Juni und September an der Probestelle 2 der Fuhse, mit Angabe der Häufigkeit (%-Anteil) und Status innerhalb der Roten Liste Deutschlands (BfN 1996, HOFMANN ET AL. 2013)

Status Rote Liste Deutschland (RL D): ne = nicht aufgeführt, V = Vorwarnliste, 3 = gefährdet

DV-Nr	Taxaname	Fuhse, PS2 uh Einleitung, 160706	Fuhse, PS2 uh Einleitung, 160901	RL D
6180	Achnanthes clevei var. clevei	0,43	0,45	ne
6855	Achnanthes conspicua	0,65	1,34	ne
6248	Achnanthes delicatula ssp. delicatula	1,08	0,22	ne
16112	Achnanthes delicatula ssp. engelbrechtii	1,74	1,34	ne
6245	Achnanthes lanceolata ssp. dubia	0,65		ne
6260	Achnanthes lanceolata ssp. frequentissima var. frequentissima	1,95	0,89	ne
16127	Achnanthes lanceolata ssp. lanceolata var. lanceolata	1,08	0,22	ne
6261	Achnanthes lanceolata ssp. rostrata	0,87	0,67	ne
6014	Achnanthes minutissima var. minutissima	1,08	0,89	ne
6984	Achnanthes ploenensis var. ploenensis	2,17	2,90	ne
6860	Amphora libyca	4,12	3,12	ne
6044	Amphora ovalis	0,43	0,22	ne
6983	Amphora pediculus	16,92	29,40	ne
6143	Bacillaria paradoxa	0,22		ne
6051	Caloneis bacillum	0,65	0,45	ne
6020	Cocconeis pediculus	0,87	0,45	ne
6021	Cocconeis placentula	3,25	1,56	ne
6002	Cyclotella meneghiniana	1,08	3,12	ne
6898	Cymbella silesiaca	0,43	0,67	ne
6065	Cymbella sinuata		0,22	ne
6209	Diatoma moniliformis		0,45	ne
16206	Diatoma moniliformis ssp. ovalis		0,22	ne
6006	Diatoma vulgaris	0,43	0,67	ne
16571	Fragilaria capucina distans - Sippen	0,22		ne
6392	Fragilaria capucina var. gracilis	0,22		ne
6828	Fragilaria construens f. venter	0,43		ne
6234	Fragilaria fasciculata	0,22		ne
6237	Fragilaria parasitica	0,22		ne
6078	Fragilaria pinnata	0,22		ne
6239	Fragilaria ulna	0,22	0,67	ne
16996	Fragilaria vaucheriae	0,43		ne
6794	Gomphonema	0,87		ne
6001	Gomphonema angustatum		0,22	ne
6867	Gomphonema olivaceum	0,43	0,22	ne
6158	Gomphonema parvulum	1,52	1,56	ne
6437	Gomphonema pumilum	1,08	0,89	ne
6005	Melosira varians	13,23	1,34	ne
6990	Navicula	0,22	0,22	ne
16653	Navicula antonii	0,43	2,45	ne
6868	Navicula capitata var. capitata	1,52		ne
6466	Navicula clementis		0,22	ne
6889	Navicula cryptotenella	2,17	6,01	ne
6916	Navicula goeppertiana		0,22	ne
6015	Navicula gregaria	3,25	2,00	ne
6864	Navicula lanceolata	2,82	0,22	ne
6923	Navicula lenzii	0,22		ne
6510	Navicula libonensis	0,22		ne
6095	Navicula minima	1,74	2,23	ne
6522	Navicula oppugnata		0,22	V
6221	Navicula reichardtiana	0,22	0,22	ne

DV-Nr	Taxaname	Fuhse, PS2 uh Einleitung, 160706	Fuhse, PS2 uh Einleitung, 160901	RL D
6104	Navicula reinhardtii	0,22		ne
6873	Navicula slesvicensis	0,65		ne
6106	Navicula subhamulata	0,65	0,45	ne
6831	Navicula tripunctata	0,87	4,90	ne
6890	Navicula veneta	1,08		ne
6972	Nitzschia	0,87		ne
6039	Nitzschia amphibia	2,17	1,34	ne
6964	Nitzschia capitellata	0,22		ne
6008	Nitzschia dissipata	1,08	1,11	ne
6196	Nitzschia frustulum	9,33	3,79	ne
6595	Nitzschia inconspicua		0,22	ne
6011	Nitzschia palea	0,22	0,89	ne
6029	Nitzschia recta	0,22		ne
6674	Pinnularia viridiformis	0,22		ne
6224	Rhoicosphenia abbreviata	9,98	18,49	ne
6937	Thalassiosira weissflogii		0,45	ne

6.2.2.2 Bewertung Diatomeen

Eine Übersicht über die Bewertung des ökologischen Zustandes dieser Probestelle auf Basis der Diatomeenflora ist in Tabelle 6.18 dargestellt.

Im Bereich der Probestelle 2 wird die Fuhse aufgrund ihrer Diatomeenzusammensetzung einen mäßigen (Juni) bis guten (September) **ökologischen Zustand nach** PHYLIB zugeordnet. Die günstigere Bewertung der späten Probe resultiert primär auf einem deutlich höheren Anteil typspezifischer Referenzarten in Zusammenspiel mit einem signifikant geringeren Anteil verschmutzungstoleranter Taxa.

Bezogen auf die dominanten Arten ähnelt die Artenzusammensetzung der Diatomeengesellschaft im Bereich der Probestelle 2 der weiter oben gelegenen Messstelle. An beiden Probenahmeterminen tritt die ubiquitär verbreitete *Amphora pediculus* mit Artanteilen von 16 % bzw. 29 % in eudominanter Verbreitung auf. Etwas geringere Anteile nimmt mit 9,9 % bzw. 18 % *Rhoicosphenia abbreviata* ein. Auch diese Art ist in diesem Fließgewässertyp weit verbreitet, größere Vorkommen indizieren jedoch deutliche Eutrophierungserscheinungen. Als weitere Arten mit einem Anteil >5 % sind im Juni *Melosira varians* und *Nitzschia frustulum* und im September *Navicula cryptotenella* zu nennen. *Nitzschia frustulum* ist deutlich halophil und indiziert somit zumindest mäßig erhöhte Elektrolytgehalte, während es sich bei den übrigen genannten Arten um eutraphente Ubiquisten handelt.

Der **Trophieindex nach DVWK (1999)** weicht an der Probestelle 2 deutlich von der Referenztrophy ab. Dementsprechend wird die Fuhse nach der schematisierten Bearbeiterbewertung deutlich schlechter als durch PHYLIB bewertet und erreicht nur einen unbefriedigenden Zustand.

Vor allem bei der Probenahme im Juni war der Summenanteil **verschmutzungstoleranter Taxa** mit > 20 % hoch. Dieser Wert indiziert eine starke organische Belastung. Auch im Spätsommer wird der Schwellenwert von 10% überschritten. Zu diesem Zeitpunkt muss auf Basis des ermittelten Summenanteils zumindest von einer deutlichen stofflichen Belastung ausgegangen werden.

Auf Basis des Halobienindex nach Ziemann (1999) sind im Juni leichte Versalzungserscheinungen festzustellen. Dies kann u.a. auf den relativ hohen Anteil der halophilen *Nitzschia frustulum* zurückzuführen sein. Zu diesem Zeitpunkt wird das Wasser der Fuhse als Süßwasser mit erhöhtem Salzgehalt charakterisiert. Diese Einstufung steht allerdings im Widerspruch zu den Messwerten der elektrischen Leitfähigkeit, die im September deutlich höher war, als im Juni. Auch im Vergleich zur

Juniprobe der Messstelle 1 ist der Anteil salztoleranter Formen an der Messstelle 2 im Juni deutlich erhöht.

Tabelle 6.18: Ergebnisse der Diatomeenauswertung an der Fuhse, Messsstelle 2

Bewertungsverfahren		Fuhse, Messpunkt 2, 07.06.2016	Fuhse, Messpunkt 2, 01.09.2016
PHYLIB (BAYLFU 2006ff); WRRL-Typ 15 Diatomeentyp D 13.1 [13]	HI Diatomeen (PHYLIB)	7,69	8,66
	Bewertung Diatomeen	3	2
Alternative Bewertungsverfahren für Diatomeen		Fuhse, Messpunkt 2, 07.06.2016	Fuhse, Messpunkt 2, 01.09.2016
TDI DVWK (1999) (WRRL-Typ 15)	Trophieindex	3,40	3,26
	Trophiestatus	III - IV (polytroph 2)	III - IV (polytroph 2)
	Referenztrophie	eutroph 1	
	Zustand EcoRing	unbefried.	unbefried.
Hypertrophiezeiger	Anteil in %	9,76	7,35
Abwassertolerante Arten	Anteil in %	20,61	13,81
Halobienindex nach Ziemann (1999)	HI Diatomeen (Ziemann)	12,8	6,2
	Salzstatus Ziemann	Süßwasser mit erhöhtem Salzgehalt	typisches Süßwasser

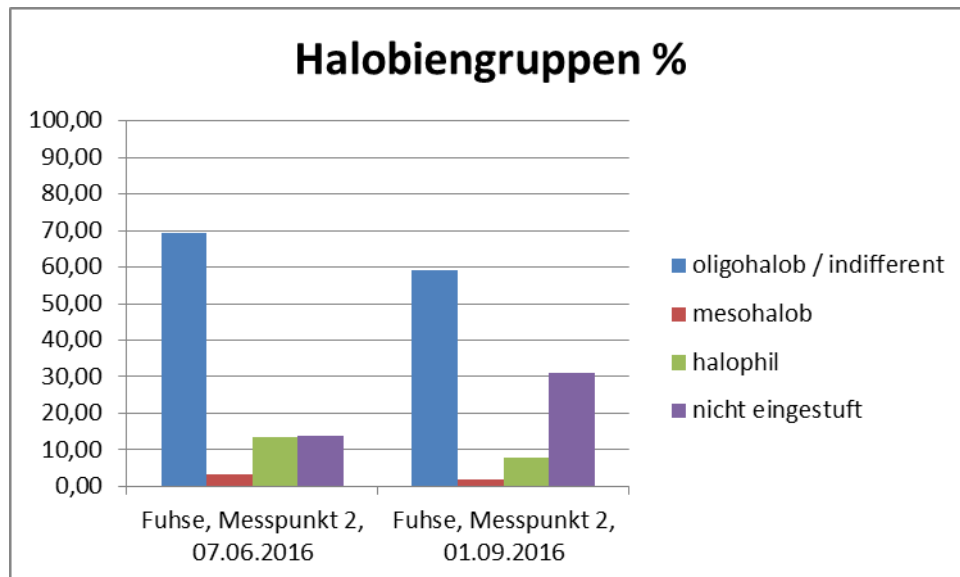


Abbildung 6.10: Auswertung der Diatomeen nach Halobiengruppen (Fuhse, Messstelle 2)

7 Gesamtbewertung der Fuhse im Untersuchungsbereich nach OGewV (2016)

Gemäß den Vorgaben der OGewV (2016) erfolgt die Gesamtbewertung nach dem „worst-case Prinzip“. Dies bedeutet, dass das schlechteste Bewertungsergebnis der einzelnen biologischen Qualitätskomponenten für die abschließende Bewertung des Wasserkörpers 16062 der Fuhse herangezogen wird. Die Verordnung sowie zur Konkretisierung erstellte Leitfäden lassen offen, wie die Bewertung zu erfolgen hat, wenn für einzelne Qualitätskomponenten mehrere Ergebnisse vorliegen, so wie es durch die mehrfache Beprobung der Teilkomponenten Diatomeen, Makrophyten und Makrozoobenthos der Fall ist. Die Gesamtbewertung nach OGewV (2016) erfolgt an dieser Stelle für das Makrozoobenthos auf Basis der Juni-Untersuchungen. Dieser Probenahmetermin entspricht dem für Tieflandflüsse vorgeschlagenen optimalen Probezeitpunkt für das Makrozoobenthos (MEIER et al., 2006).

Für die floristischen Qualitätskomponenten Diatomeen und Makrophyten erfolgt die Bewertung des Wasserkörpers auf Basis der Septemberproben, da dieser Probenahmezeitpunkt gemäß der Handlungsanweisung BayLfU (2006) als günstiger angesehen wird. Zur Bewertung des Teilmoduls Makrophyten werden nur die Probepunkte 3 und 7 berücksichtigt, da die räumliche Lage vergleichbar mit den Messstellen Fuhse 1 und Fuhse 2 ist, an denen die Makrozoobenthos- und Diatomeenproben entnommen wurden. Für das Teilmodul Fische wird die Bewertung des Wasserkörpers 16062 des LAVES übernommen wie sie online unter https://www.umweltkarten-niedersachsen.de/GlobalNetFX_Umweltkarten/ abrufbar ist (letztmalig am 05.10.2016 abgerufen).

Im Bereich der Messstelle 1 befindet sich die Fuhse danach in einer mäßigen ökologischen Zustands- / Potenzialklasse. Ausschlaggebend für diese Einstufung sind die Bewertungen der Qualitätskomponenten Makrozoobenthos, Makrophyten und Diatomeen.

Tabelle 7.1: Gesamtbewertung der Fuhse im Bereich der Messstelle 1 nach OGewV (2016)
 ÖZK / ÖPK = ökologische Zustands- / Potenzialklasse;

Fuhse, Messstelle 1			
Wasserkörper Nr. 16062 (HMWB)			
Sand- u. Lehmgeprägte Tieflandflüsse (Lawa Typ 15)			
Bewertungsverfahren	Probenahme	Qualitätskomp.	ÖZK/ÖPK
PHYLIB (BAYLFU 2012ff); Diatomeentyp D 13.1; Makrophytentyp TNm	01.09.2016	Diatomeen	mäßig
	01.09.2016	Makrophyten	mäßig
	01.09.2016	Endbew. Flora	mäßig
PERLODES (2014)	07.06.2016	Makrozoobenthos	mäßig
FIBS	06.10.2014	Fische	gut
Gesamtbewertung			mäßig

Im Bereich um die Messstelle 2 befindet sich die Fuhse in einer mäßigen ökologischen Zustands- / Potenzialklasse. Ausschlaggebend für diese Einstufung ist die Bewertung der Qualitätskomponente Makrozoobenthos.

Tabelle 7.2:: Gesamtbewertung der Fuhse im Bereich der Messstelle 2 nach OGewV (2016); ÖZK / ÖPK = ökologische Zustands- / Potenzialklasse; ng.= Ergebnis ist nicht gesichert

Fuhse, Messstelle 2			
Wasserkörper Nr. 16062 (HMWB)			
Sand- u. Lehmgeprägte Tieflandflüsse (Lawa Typ 15)			
Bewertungsverfahren	Probenahme	Qualitätskomp.	ÖZK/ÖPK
PHYLIB (BAYLFU 2012ff); Diatomeentyp D 13.1; Makrophytentyp TNm	01.09.2016	Diatomeen	gut
	01.09.2016	Makrophyten	mäßig (n.g.)
	01.09.2016	Endbew. Flora	gut
PERLODES (2014)	07.06.2016	Makrozoobenthos	mäßig
FiBS	06.10.2014	Fische	gut
Gesamtbewertung			mäßig

Aus der Gesamtheit der durchgeführten Analysen geht hervor, dass auf der untersuchten Fließgewässerstrecke der Fuhse als Gütestressoren insbesondere eine gegebene stoffliche Belastung sowie Eutrophierungserscheinungen wirksam sind. Dies wird insbesondere durch die Diatomeen und teilweise auch die Makrophyten indiziert. Das Makrozoobenthos zeigt zudem eine wirksame strukturelle Degradation des Fließgewässers an, da Taxa einzelner funktionale Gruppen (Köcherfliegen, Zerkleinerer) ausfallen bzw. deutlich unterrepräsentiert sind. Diese morphologische Degradation zeigt sich hauptsächlich im Fehlen von Sekundärsubstraten wie Totholz oder Fallaub, was u.a. auf die monotonen Uferstrukturen zurückzuführen sein dürfte. Eine Störung des Fließverhaltens ist hingegen nicht erkennbar, da sowohl beim Makrozoobenthos als auch bei den Fischen durchaus Arten mit höherem Sauerstoffbedarf bzw. strömungsliebende Arten nachgewiesen wurden. In diesem Zusammenhang muss aber auch von einer gewissen rithralisierenden Wirkung als Folge der starken Begradigung der Fuhse im Untersuchungsbereich ausgegangen werden. Aus diesem Grunde scheint die Einstufung des ökologischen Potenzials der Fuhse in die Klasse „mäßig“ aus Bearbeitersicht plausibel.

8 Prognose der biozönotischen Entwicklung der Fuhse durch die beantragte Einleitung von Haldenwässern

8.1 Allgemeine Vorgehensweise im Rahmen der Entwicklungsprognose

Derzeit existieren keine allgemein verbindlichen methodischen Vorgaben für die Ableitung von Entwicklungsprognosen in Bezug auf die aquatischen Lebensgemeinschaften als Folge veränderter abiotischer Rahmenbedingungen. Grundsätzlich ist jedoch davon auszugehen, dass die Reduzierung anthropogen verursachter stofflicher Belastungen und die Rückführung hydromorphologischer Beeinträchtigungen die Entwicklung naturnaher Lebensgemeinschaften begünstigt. Diese Aussage gilt auch für multikausal gestresste Fließgewässer wie die Fuhse.

Die Erstellung einer Entwicklungsprognose ist zwingend an das Vorhandensein präziser Angaben zur zukünftigen Intensität wirksamer Belastungen gekoppelt. Für die Fuhse fehlen solche Angaben insbesondere für die Problemfelder der Eutrophierung, der stofflichen Belastung sowie der hydromorphologischen Degradation.

Bezogen auf die Salzkonzentration liegen Daten des NLWKN aus der Gewässerüberwachung Niedersachsen (GÜN) für den Zeitraum 2005 bis 2015 vor (<http://www.wasserdaten.niedersachsen.de/cadenza/pages/home/welcome.xhtml>). Diese Datenreihe bildet zusammen mit den hydrologischen Abflussmesswerten des gleichen Zeitraums die Grundlage für die Berechnung des zukünftigen Salzgehalts der Fuhse. Die variablen Eingangswerte der zukünftigen Einleitung von salzhaltigem Niederschlagswasser wurden durch den Auftraggeber K+S Baustoffrecycling GmbH zur Verfügung gestellt und basieren nach dessen Aussage auf einer konservativen Mengen- und Konzentrationsabschätzung. Als durchschnittliche Einleitungs menge wurden 10 m³/h Haldenwasser zugrunde gelegt. Die maximale Einleitungs menge wurde mit 50 m³/h Haldenwasser angenommen. Im Sinne einer worst-case Betrachtung werden sämtliche Berechnungen der zu erwartenden Ionenkonzentrationen auf Basis der maximalen Haldenwassermenge durchgeführt. Als durchschnittliche Konzentrationen im Haldenwasser werden durch den Auftraggeber für Chlorid 500 mg/l, für Sulfat 3.000 mg/l und für Kalium und Magnesium jeweils 100 mg/l angegeben.

Neben den zu erwartenden Ionen-Konzentrationen im Jahresmittel wurde auch das 90. Perzentil berechnet, da diese Kennzahl eine aussagekräftigere Größenordnung im Hinblick auf die Beschreibung biozönotischer Wirksamkeit stofflicher Belastungen darstellt. Bei der Betrachtung dieser Kennzahl ist jedoch zu berücksichtigen, dass die Ionenkonzentrationen im einzuleitenden Haldenwasser ausschließlich bezogen auf die Mittelwerte vorliegen, so dass eine Berechnung der zu erwartenden 90. Perzentile genaugenommen nicht möglich ist. Aus diesem Grunde wurden die zu erwartenden 90. Perzentile für die einzelnen Ionen auf Basis eines worst-case Faktors errechnet. Die in der Prognose berechneten Angaben des 90. Perzentil basieren somit auf einer Multiplikation der rechnerisch zu erwartenden Mittelwerte mit der ungünstigsten Verhältniszahl zwischen Mittelwert und 90. Perzentil aus der zugrundeliegenden Datenreihe 2005-2015.

Die aus dem o.a. Rechenansatz abgeleiteten Angaben zu den zukünftig zu erwartenden Ionen-Konzentrationen werden nachfolgend genutzt, um die biozönotischen Auswirkungen der zukünftigen Salzbelastung der Fuhse zu prognostizieren. Die Ableitung der Prognosen basiert dabei wesentlich auf der Analyse der salzbezogenen autökologischen Verbreitungsspektren der im Rahmen der aktuellen Untersuchungen nachgewiesenen Arten bzw. Artengemeinschaften. Angaben zur Salztoleranz einzelner Arten finden sich in der einschlägigen Literatur bzw. sind aus den vorhandenen Datenreihen des laufenden Untersuchungsprogramms für die Fauna und die Flora von Werra, Weser, Ulster, Bode und Innerste abzuleiten (EcoRing 2005-2016).

Für die Aussagen zur Fischfauna wurden insbesondere Befischungsdaten vom LAVES in Werra und Oberweser (LAVES 2004-2012 und LAVES 2015) und in der Innerste (ECORING 2015a) genutzt. Des

Weiteren wurde Befischungsdaten des Jahres 2014 aus der Elbe (ECORING 2014) im Bereich zwischen Hohenwarthe (FKM 339) und Rogätz (FKM 350) zu Vergleichszwecken verwendet.

Weitere Informationen zu den salzbezogenen Toleranzspektren ausgewählter Makrozoobenthostaxa wurden im Rahmen der DWA-Arbeitsgruppe GB-5.4 „Salzbelastung der Fließgewässer“ erarbeitet. Auf der Basis von derzeit ca. 2.400 bundesweit gestreuten biologischen Proben aus unterschiedlich salzbelasteten Fließgewässern wurden für eine Vielzahl von Arten Präferenzspektren mittels „weighted averaging“ für die Parameter Chlorid, Kalium und Magnesium berechnet. Ergebnisse dieser Arbeiten sind u.a. bei CORING ET AL. (2016) dargestellt. Darüber hinaus wurden Angaben von HBIO (2010) zur Prognoseentwicklung herangezogen.

Zusätzlich wurde aus allen verfügbaren Proben des Jahres 2016 unter Berücksichtigung der Stetigkeit und Abundanz des Vorkommens eine Standardartenliste für das Makrozoobenthos der Fuhse generiert und mit dem offiziellen Bewertungsverfahren PERLODES (Version 4.04) bewertet. In einem weiteren Schritt wurde diese Artenliste unter Berücksichtigung der artspezifischen Salztoleranz angepasst. Dabei wurden all jene Arten aus der Artenliste entfernt, die aufgrund ihrer theoretisch abgeleiteten spezifischen Salztoleranz im „worst-case“-Szenario eventuell in ihrem Vorkommen beeinträchtigt werden könnten. Auch diese reduzierte Artenliste wurden anschließend mit PERLODES bewertet, so dass im Ergebnis eine Prognose des zu erwartenden ökologischen Zustands aus der Basis des Makrozoobenthos für das „worst-case“-Szenario formuliert werden konnte. Da die zukünftige Entwicklung der übrigen, in der Fuhse wirksamen gütebeeinträchtigenden, Stressoren sowie die daraus resultierenden Effekte auf die Lebensgemeinschaften fachlich gesichert nicht abschätzbar ist, kann die Prognosesicherheit nicht genau quantifiziert werden.

Im Zuge der Prognoseerstellung wurden die artbezogenen salzbezogenen autökologischen Präferenzen der floristischen und faunistischen Teilkomponenten den derzeitigen und den zukünftig zu erwartenden Salzgehalten der Fuhse gegenübergestellt und anschließend die prinzipielle Möglichkeit des Vorkommens der Arten geprüft.

8.2 Prognose der biozönotischen Entwicklung der Fuhse

8.2.1 Prognose der zu erwartenden Salinität der Fuhse nach Beginn der Einleitung von Haldenwässern

Im Zuge der Prognoseerstellung wurden Daten der Jahre 2005 bis 2015 zur Salinität der Fuhse aus der Landesdatenbank (www.wasserdaten.niedersachsen.de/cadenza/pages/home/welcome.xhtml) des NLWKN vom Auftraggeber zur Verfügung gestellt. Diese Daten dienen zur Abschätzung der künftig zu erwartenden Salinität der Fuhse. Entsprechend der vorgegebenen Aufgabenstellung fokussiert dieser Bericht insbesondere auf die Parameter Chlorid und Sulfat. Für beide Stoffe ist in der Anlage 7 der OGewV (2016) ein Orientierungswert als Anforderung an den guten ökologischen Zustand und das gute ökologische Potenzial vorgeben. Für den Typ 15 (sand- und lössgeprägte Tieflandflüsse), dem die Fuhse zugeordnet ist, liegt der Orientierungswert für beide Messgrößen bei Konzentrationen $\leq 200\text{mg/l}$ bezogen auf das arithmetische Mittel aus den Jahresmittelwerten von maximal drei aufeinander folgenden Kalenderjahren. Für Kalium und Magnesium werden in der OGewV (2016) keine Orientierungswerte genannt. Die rechnerisch ermittelten Ionenkonzentrationen werden im Folgenden dargestellt.

Bei Annahme der hydrologischen Bedingungen der Jahre 2005 bis 2015 sowie der gemessenen Abflussmengen und Chloridgehalte würde die hier beantragte Einleitung von Haldenwässern auch bei konservativen Annahmen der zu erwartenden Chloridfrachten nur zu einer geringfügigen Erhöhung des durchschnittlichen Chloridgehaltes der Fuhse führen. Bezogen auf die Jahresmittelwerte sind unter den Abflussbedingungen der Jahre 2005 bis 2015 Chloridgehalte zwischen 110 mg/l bis 148 mg/l zu erwarten. Der Mittelwert der zu erwartenden Chloridkonzentrationen über die gesamte hier

betrachtete Zeitreihe würde bei 124 mg/l liegen. Damit würde der Orientierungswert nach OGewV (2016) auch unter diesen Bedingungen deutlich unterschritten.

Für die Berechnung der Chlorid Konzentrationen im 90. Perzentil wurde der Faktor des Bezugsjahres 2008 genutzt (worst case Ansatz). Bezogen auf das rechnerisch ermittelte 90. Perzentil ergibt sich bei dieser konservativen Berechnung ein worst-case-Szenario bei dem das 90. Perzentil der Chloridkonzentration zwischen 134 mg/l und 186 mg/l schwanken würde. Unter den Abflussbedingungen der Jahre 2005 bis 2015 und dem hier gewählten Rechenansatz würde der 90. Perzentilwert im Mittel bei 156 mg/l liegen.

Gegenüber dem Istzustand ist aus den Berechnungen ein potentieller Anstieg der jährweisen 90. Perzentilwerte zwischen 1,5 und 25,0 mg/l Chlorid zu erwarten, der insgesamt als gering zu bezeichnen ist.

Die gesamte Chloridfracht der Fuhse würde durch die hier beantragten Einleitmengen und auf der Basis der hier verwendeten Berechnungsgrundlagen um weniger als 2% ansteigen.

Tabelle 8.1: Rechenansatz zur Ermittlung der zukünftig zu erwartenden Chloridkonzentration in der Fuhse in Folge der Einleitung von salzhaltigem Niederschlagswasser

Jahr	Einh.	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	Mittelwert 2005-2015
Hydrologische Daten der Fuhse													
Abfluss Fuhse, Jahresmittel	m ³ /s	3,46	2,83	5,83	5,71	3,52	6,30	4,80	3,40	4,90	2,77	3,17	4,24
Chlorid Konzentration in Fuhse (Jahresmittel)	mg/l	138,15	144,92	108,42	117,67	129,92	105,58	118,42	120,42	112,92	125,92	117,58	121,81
Chlorid Konzentration in Fuhse (90. Perzentil)	mg/l	167,80	172,80	130,50	147,80	150,00	124,40	140,90	147,50	137,60	136,80	144,40	145,50
Faktor zwischen MW und 90. Perzentil		1,21	1,19	1,20	1,26	1,15	1,18	1,19	1,22	1,22	1,09	1,23	1,19
Chlorid Fracht in Fuhse (Jahresmittel)	t/d	41,25	35,49	54,61	58,07	39,46	57,50	49,09	35,37	47,79	30,17	32,24	43,73
Chlorid Fracht in Fuhse (90. Perzentil)	t/d	50,11	42,32	65,73	72,94	45,56	67,74	58,42	43,32	58,23	32,78	39,60	52,43
Daten Einleitung													
Einleitung Haldenwasser, durchschnittl.	m ³ /h	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10
	m ³ /s	0,0028	0,0028	0,0028	0,0028	0,0028	0,0028	0,0028	0,0028	0,0028	0,0028	0,0028	0,0028
Einleitung Haldenwasser, max.	m ³ /h	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50
	m ³ /s	0,0139	0,0139	0,0139	0,0139	0,0139	0,0139	0,0139	0,0139	0,0139	0,0139	0,0139	0,0139
Einzugsfläche Halden (inkl. Randgraben u. Becken)	ha	43,5	43,5	43,5	43,5	43,5	43,5	43,5	43,5	43,5	43,5	43,5	43,5
max. Drosselabflussspende	l/(s*ha)	0,32	0,32	0,32	0,32	0,32	0,32	0,32	0,32	0,32	0,32	0,32	0,32
Dauer der tägl. Einleitung	h	24	24	24	24	24	24	24	24	24	24	24	24
Chlorid-Konzentration im Haldenwasser, Jahresmittel	mg/l	500	500	500	500	500	500	500	500	500	500	500	500
Fracht Haldenwasser durchschnittl.	t/d	0,12	0,12	0,12	0,12	0,12	0,12	0,12	0,12	0,12	0,12	0,12	0,12
Fracht Haldenwasser max.	t/d	0,60	0,60	0,60	0,60	0,60	0,60	0,60	0,60	0,60	0,60	0,60	0,60
Berechnung der zukünftigen Chloridgehalte													
Chlorid Fracht in Fuhse nach Einleitung (Jahresmittel bei max. Einleitung)	t/d	41,85	36,09	55,21	58,67	40,06	58,10	49,69	35,97	48,39	30,77	32,84	44,33
Resultierende Chlorid-Konzentration in der Fuhse Jahresmittel (bei max. Einleitung)	mg/l	140,2	147,4	109,6	118,9	131,9	106,7	119,9	122,5	114,3	128,4	119,8	123,6
Erhöhung der Chlorid-Konzentration um (Jahresmittel bei max. Einleitung)	mg/l	2,0	2,5	1,2	1,2	2,0	1,1	1,4	2,0	1,4	2,5	2,2	1,8
Resultierende Chlorid-Konz. 90. Perzentil (mit worst-case-Faktor bei max. Einleitung)	mg/l	176,1	185,1	137,7	149,3	165,7	134,0	150,6	153,8	143,6	161,3	150,4	155,2
max. zu erwartende Erhöhung, bez. auf 90. Perzentil und max. Einleitung	mg/l	8,3	12,3	7,2	1,5	15,7	9,6	9,7	6,3	6,0	24,5	6,0	9,7

Die oben formulierten Aussagen gelten weitgehend auch für die Entwicklung der zu erwartenden **Sulfatgehalte** der Fuhse.

Bei Annahme der hydrologischen Bedingungen der Jahre 2005 bis 2015 sowie der gemessenen Abflussmengen und Sulfatgehalte würde die hier beantragte Einleitung von Haldenwässern auch bei konservativen Annahmen der zu erwartenden Sulfatfrachten nur zu einer geringfügigen Erhöhung des durchschnittlichen Sulfatgehaltes der Fuhse führen. Bezogen auf die Jahresmittelwerte sind unter den Abflussbedingungen der Jahre 2005 bis 2015 Sulfatgehalte zwischen 174 mg/l bis 229 mg/l zu

erwarten. Der Mittelwert der zu erwartenden Sulfatkonzentrationen über die gesamte hier betrachtete Zeitreihe würde bei 199 mg/l liegen. Damit würde der Orientierungswert nach OGewV (2016) auch unter diesen Bedingungen überwiegend eingehalten. Lediglich in einzelnen Jahren wäre eine insgesamt als gering zu bezeichnende Überschreitung des Orientierungswerts zu erwarten. Bezogen auf das arithmetische Mittel aus den Jahresmittelwerten von maximal drei aufeinander folgenden Kalenderjahren (Berechnungsweg nach OGewV 2016) würde der Orientierungswert unter den Abflussbedingungen der Jahre 2005 bis 2015 ab dem Jahr 2009 durchgehend eingehalten.

Für die Berechnung der Sulfat Konzentrationen im 90. Perzentil wurde der Faktor des Bezugsjahres 2008 genutzt. Bei dieser konservativen Berechnung ergibt sich für die hier berechneten 90 Perzentilwerte ein worst-case-Szenario bei dem das 90. Perzentil der Sulfatkonzentration zwischen 218 mg/l und 286 mg/l schwanken würde. Unter den Abflussbedingungen der Jahre 2005 bis 2015 und dem hier gewählten Rechenansatz würde der 90. Perzentilwert im Mittel bei 249 mg/l liegen.

Gegenüber dem Istzustand ist aus den Berechnungen ein Anstieg der jährweisen 90. Perzentilwerte zwischen 9,1 und 48,3 mg/l Sulfat zu erwarten, der insgesamt noch als gering zu bezeichnen ist.

Tabelle 8.2: Rechenansatz zur Ermittlung der zukünftig zu erwartenden Sulfatkonzentration in der Fuhse in Folge der Einleitung von salzhaltigem Niederschlagswasser

Jahr	Einh.	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	Mittelwert 2005-2015
Hydrologische Daten der Fuhse													
Abfluss Fuhse, Jahresmittel	m ³ /s	3,46	2,83	5,83	5,71	3,52	6,30	4,80	3,40	4,90	2,77	3,17	4,24
Sulfat Konzentration in Fuhse	mg/l	197,6	193,4	195,6	199,2	216,6	167,4	178,4	184,3	168,8	184,9	178,9	187,7
Sulfat Konzentration in Fuhse (90. Perzentil)	mg/l	235,2	221,4	230,7	249,1	243,9	193,9	207,8	212,3	186,9	201,8	202,7	216,9
Faktor zwischen MW und 90. Perzentil		1,19	1,14	1,18	1,25	1,13	1,16	1,16	1,15	1,11	1,09	1,13	1,16
Sulfat Fracht in Fuhse (Jahresmittel)	t/d	59,01	47,36	98,51	98,30	65,78	91,17	73,97	54,12	71,41	44,31	49,06	68,45
Sulfat Fracht in Fuhse (90. Perzentil)	t/d	70,23	54,22	116,20	122,94	74,08	105,59	86,15	62,36	79,10	48,35	55,59	79,53
Daten Einleitung													
Einleitung Haldenwasser, durchschnittl.	m ³ /h	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10
	m ³ /s	0,0028	0,0028	0,0028	0,0028	0,0028	0,0028	0,0028	0,0028	0,0028	0,0028	0,0028	0,0028
Einleitung Haldenwasser, max.	m ³ /h	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50
	m ³ /s	0,0139	0,0139	0,0139	0,0139	0,0139	0,0139	0,0139	0,0139	0,0139	0,0139	0,0139	0,0139
Einzugsfläche Halden (inkl. Randgraben u. Becken)	ha	43,5	43,5	43,5	43,5	43,5	43,5	43,5	43,5	43,5	43,5	43,5	43,5
max. Drosselabflussspende	l/(s*ha)	0,32	0,32	0,32	0,32	0,32	0,32	0,32	0,32	0,32	0,32	0,32	0,32
Dauer der tägl. Einleitung	h	24	24	24	24	24	24	24	24	24	24	24	24
Sulfat-Konzentration im Haldenwasser, Jahresmittel	mg/l	3000	3000	3000	3000	3000	3000	3000	3000	3000	3000	3000	3000
Fracht Haldenwasser durchschnittl.	t/d	0,72	0,72	0,72	0,72	0,72	0,72	0,72	0,72	0,72	0,72	0,72	0,72
Fracht Haldenwasser max.	t/d	3,60	3,60	3,60	3,60	3,60	3,60	3,60	3,60	3,60	3,60	3,60	3,60
Berechnung der zukünftigen Sulfatgehalte													
Fracht in Fuhse nach Einleitung (Jahresmittel bei max. Einleitung)	t/d	62,61	50,96	102,11	101,90	69,38	94,77	77,57	57,72	75,01	47,91	52,66	72,05
Resultierende Sulfat-Konzentration in der Fuhse Jahresmittel (bei max. Einleitung)	mg/l	209,7	208,1	202,7	206,5	228,4	174,0	187,1	196,5	177,3	199,9	192,0	198,4
Erhöhung der Sulfat-Konzentration um (Jahresmittel bei max. Einleitung)	mg/l	12,1	14,7	7,1	7,3	11,9	6,6	8,7	12,3	8,5	15,0	13,1	10,7
Resultierende Sulfat-Konz. 90. Perzentil (mit worst-case-Faktor bei max. Einleitung)	mg/l	262,2	260,3	253,6	258,2	285,7	217,7	234,0	245,8	221,7	250,1	240,2	248,1
max. zu erwartende Erhöhung, bez. auf 90. Perzentil und max. Einleitung	mg/l	27,0	38,9	22,9	9,1	41,8	23,8	26,2	33,5	34,8	48,3	37,5	31,2

Bezogen auf die **Kaliumkonzentrationen** ist auf Basis des zugrundeliegenden Einleitszenarios folgende Konzentrationsentwicklung zu erwarten

Bei Annahme der hydrologischen Bedingungen der Jahre 2005 bis 2015 sowie der gemessenen Abflussmengen und Kaliumgehalte würde die hier beantragte Einleitung von Haldenwässern auch bei konservativen Annahmen der zu erwartenden Kaliumfrachten nur zu einer geringfügigen Erhöhung des durchschnittlichen Kaliumgehaltes der Fuhse führen. Bezogen auf die Jahresmittelwerte sind unter den Abflussbedingungen der Jahre 2005 bis 2015 Kaliumgehalte zwischen 10,2 mg/l bis 14,9

mg/l zu erwarten. Der Mittelwert der zu erwartenden Kaliumkonzentrationen über die gesamte hier betrachtete Zeitreihe würde bei 12,5 mg/l liegen. Damit unterscheiden sich die zu erwartenden Konzentrationen nur geringfügig vom derzeitigen Zustand. Aus den Daten der Landesdatenbank geht hervor, dass die Jahresmittelwerte für die Kaliumkonzentration der Fuhse in den Jahren 2005 bis 2015 zwischen 10,0 und 14,5 mg/l schwankten.

Für die Berechnung der Kalium Konzentrationen im 90. Perzentil wurde der Faktor des Bezugsjahres 2005 genutzt. Bei dieser konservativen Berechnung ergibt sich für die hier berechneten 90. Perzentilwerte ein worst-case-Szenario bei dem das 90. Perzentil der Kaliumkonzentration zwischen 14,0 mg/l und 20,5 mg/l schwanken würde. Unter den Abflussbedingungen der Jahre 2005 bis 2015 und dem hier gewählten Rechenansatz würde der 90. Perzentilwert im Mittel bei 17,1 mg/l liegen. Damit unterscheiden sich die zu erwartenden Konzentrationen nur geringfügig vom derzeitigen Zustand. Aus den Daten der Landesdatenbank geht hervor, dass das 90. Perzentil der Kaliumkonzentration der Fuhse in den Jahren 2005 bis 2015 zwischen 12,7 und 18,8 mg/l schwankte.

Zusammengefasst ist daher der potentiell zukünftig zu erwartende höhere Kaliumgehalt der Fuhse gegenüber dem Istzustand als geringfügig erhöht zu bezeichnen.

Tabelle 8.3: Rechenansatz zur Ermittlung der zukünftig zu erwartenden Kaliumkonzentration in der Fuhse in Folge der Einleitung von salzhaltigem Niederschlagswasser

Jahr	Einh.	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	Mittelwert 2005-2015
Hydrologische Daten der Fuhse													
Abfluss Fuhse, Jahresmittel	m ³ /s	3,5	2,8	5,8	5,7	3,5	6,3	4,8	3,4	4,9	2,8	3,2	4,2
Kalium Konzentration in Fuhse (Jahresmittel)	mg/l	12,8	14,5	11,4	12,4	12,3	10,0	11,3	11,6	11,0	13,4	12,5	12,1
Kalium Konzentration in Fuhse (90. Perzentil)	mg/l	17,5	18,8	13,3	16,5	16,0	12,7	13,2	13,8	14,1	14,6	15,2	15,1
Faktor zwischen MW und 90. Perzentil		1,37	1,30	1,16	1,33	1,30	1,27	1,17	1,19	1,27	1,08	1,22	1,24
Kalium Fracht in Fuhse (Jahresmittel)	t/d	3,82	3,54	5,74	6,11	3,72	5,45	4,70	3,41	4,67	3,22	3,42	4,35
Kalium Fracht in Fuhse (90. Perzentil)	t/d	5,24	4,60	6,69	8,12	4,85	6,94	5,47	4,05	5,95	3,49	4,16	5,42
Daten Einleitung													
Einleitung Haldenwasser, durchschnittl.	m ³ /h	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10
	m ³ /s	0,0028	0,0028	0,0028	0,0028	0,0028	0,0028	0,0028	0,0028	0,0028	0,0028	0,0028	0,0028
Einleitung Haldenwasser, max.	m ³ /h	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50
	m ³ /s	0,0139	0,0139	0,0139	0,0139	0,0139	0,0139	0,0139	0,0139	0,0139	0,0139	0,0139	0,0139
Einzugsfläche Halden (inkl. Randgraben u. Becken)	ha	43,5	43,5	43,5	43,5	43,5	43,5	43,5	43,5	43,5	43,5	43,5	43,5
max. Drosselabflussspende	l/(s*ha)	0,32	0,32	0,32	0,32	0,32	0,32	0,32	0,32	0,32	0,32	0,32	0,32
Dauer der tägl. Einleitung	h	24	24	24	24	24	24	24	24	24	24	24	24
Kalium-Konzentration im Haldenwasser, Jahresmittel	mg/l	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
Kalium Fracht Haldenwasser durchschnittl.	t/d	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02
Kalium Fracht Haldenwasser max.	t/d	0,12	0,12	0,12	0,12	0,12	0,12	0,12	0,12	0,12	0,12	0,12	0,12
Berechnung der zukünftigen Kaliumgehalte													
Kalium Fracht in Fuhse nach Einleitung (Jahresmittel bei max. Einleitung)	t/d	3,94	3,66	5,86	6,23	3,84	5,57	4,82	3,53	4,79	3,34	3,54	4,47
Resultierende Kalium-Konzentration in der Fuhse Jahresmittel (bei max. Einleitung)	mg/l	13,2	14,9	11,6	12,6	12,7	10,2	11,6	12,0	11,3	13,9	12,9	12,5
Erhöhung der Kalium-Konzentration um (Jahresmittel bei max. Einleitung)	mg/l	0,4	0,5	0,2	0,2	0,4	0,2	0,3	0,4	0,3	0,5	0,4	0,4
Resultierende Kalium-Konz. 90. Perzentil (mit worst-case-Faktor bei max. Einleitung)	mg/l	18,1	20,5	16,0	17,3	17,3	14,0	15,9	16,5	15,5	19,1	17,7	17,1
max. zu erwartende Erhöhung, bez. auf 90. Perzentil und max. Einleitung	mg/l	0,6	1,7	2,7	0,9	1,4	1,3	2,7	2,7	1,5	4,6	2,5	2,0

Bezogen auf die **Magnesiumkonzentrationen** ist auf Basis des zugrundeliegenden Einleitszenarios folgende Konzentrationsentwicklung zu erwarten

Bei Annahme der hydrologischen Bedingungen der Jahre 2005 bis 2015 sowie der gemessenen Abflussmengen und Magnesiumgehalte würde die hier beantragte Einleitung von Haldenwässern auch bei konservativen Annahmen der zu erwartenden Magnesiumfrachten nur zu einer geringfügigen Erhöhung des durchschnittlichen Magnesiumgehaltes der Fuhse führen. Bezogen auf die

Jahresmittelwerte sind unter den Abflussbedingungen der Jahre 2005 bis 2015 Magnesiumgehalte zwischen 11,5 mg/l bis 13,2 mg/l zu erwarten. Der Mittelwert der zu erwartenden Magnesiumkonzentrationen über die gesamte hier betrachtete Zeitreihe würde bei 12,5 mg/l liegen. Damit unterscheiden sich die zu erwartenden Konzentrationen nur geringfügig vom derzeitigen Zustand. Aus den Daten der Landesdatenbank geht hervor, dass die Jahresmittelwerte für die Magnesiumkonzentration der Fuhse in den Jahren 2005 bis 2015 zwischen 11,2 und 12,7 mg/l schwankten.

Für die Berechnung der Magnesiumkonzentrationen im 90. Perzentil wurde der Faktor des Bezugsjahres 2007 genutzt. Bei dieser konservativen Berechnung ergibt sich für die hier berechneten 90. Perzentilwerte ein worst-case-Szenario bei dem das 90. Perzentil der Magnesiumkonzentration zwischen 13,2 mg/l und 15,1 mg/l schwanken würde. Unter den Abflussbedingungen der Jahre 2005 bis 2015 und dem hier gewählten Rechenansatz würde der 90. Perzentilwert im Mittel bei 14,3 mg/l liegen. Damit unterscheiden sich die zu erwartenden Konzentrationen auch in Bezug auf das 90. Perzentil nur geringfügig vom derzeitigen Zustand. Aus den Daten der Landesdatenbank geht hervor, dass die Werte für das 90. Perzentil für die Magnesiumkonzentration der Fuhse in den Jahren 2005 bis 2015 zwischen 12,4 und 13,8 mg/l schwankten.

Zusammengefasst ist daher auch der potentiell zukünftig zu erwartende höhere Magnesiumgehalt der Fuhse gegenüber dem Istzustand als geringfügig erhöht zu bezeichnen.

Tabelle 8.4: Rechenansatz zur Ermittlung der zukünftig zu erwartenden Magnesiumkonzentration in der Fuhse in Folge der Einleitung von salzhaltigem Niederschlagswasser

Jahr	Einh.	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	Mittelwert 2005-2015
Hydrologische Daten der Fuhse													
Abfluss Fuhse, Jahresmittel	m ³ /s	3,5	2,8	5,8	5,7	3,5	6,3	4,8	3,4	4,9	2,8	3,2	4,2
Mg-Konzentration in Fuhse (Jahresmittel)	mg/l	12,5	12,7	12,1	11,9	12,4	12,3	12,7	12,0	11,2	12,2	11,4	12,1
Mg. Konzentration in Fuhse (90. Perzentil)	mg/l	13,7	13,6	13,9	13,1	13,5	13,8	13,6	12,8	12,4	13,2	13,0	13,3
Faktor zwischen MW und 90. Perzentil		1,09	1,08	1,15	1,10	1,08	1,12	1,07	1,07	1,11	1,08	1,14	1,10
Mg-Fracht in Fuhse (Jahresmittel)	t/d	3,73	3,10	6,09	5,86	3,77	6,69	5,26	3,51	4,73	2,92	3,13	4,44
Mg-Fracht in Fuhse (90. Perzentil)	t/d	4,08	3,34	7,00	6,46	4,09	7,49	5,64	3,76	5,24	3,16	3,56	4,89
Daten Einleitung													
Einleitung Haldenwasser, durchschnittl.	m ³ /h	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10
	m ³ /s	0,0028	0,0028	0,0028	0,0028	0,0028	0,0028	0,0028	0,0028	0,0028	0,0028	0,0028	0,0028
Einleitung Haldenwasser, max.	m ³ /h	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50
	m ³ /s	0,0139	0,0139	0,0139	0,0139	0,0139	0,0139	0,0139	0,0139	0,0139	0,0139	0,0139	0,0139
Einzugsfläche Halden (inkl. Randgraben u. Becken)	ha	43,5	43,5	43,5	43,5	43,5	43,5	43,5	43,5	43,5	43,5	43,5	43,5
	l/(s*ha)	0,32	0,32	0,32	0,32	0,32	0,32	0,32	0,32	0,32	0,32	0,32	0,32
Dauer der tägl. Einleitung	h	24	24	24	24	24	24	24	24	24	24	24	24
Mg-Konzentration im Haldenwasser, Jahresmittel	mg/l	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
Mg. Fracht Haldenwasser durchschnittl.	t/d	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02
Mg. Fracht Haldenwasser max.	t/d	0,12	0,12	0,12	0,12	0,12	0,12	0,12	0,12	0,12	0,12	0,12	0,12
Berechnung der zukünftigen Magnesiumgehalte													
Mg. Fracht in Fuhse nach Einleitung (Jahresmittel bei max. Einleitung)	t/d	3,85	3,22	6,21	5,98	3,89	6,81	5,38	3,63	4,85	3,04	3,25	4,56
Resultierende Mg-Konzentration in der Fuhse Jahresmittel (bei max. Einleitung)	mg/l	12,9	13,2	12,3	12,1	12,8	12,5	13,0	12,4	11,5	12,7	11,8	12,5
Erhöhung der Mg-Konzentration um (Jahresmittel bei max. Einleitung)	mg/l	0,4	0,5	0,2	0,2	0,4	0,2	0,3	0,4	0,3	0,5	0,4	0,4
Resultierende Mg-Konz. 90. Perzentil (mit worst-case-Faktor bei max. Einleitung)	mg/l	14,8	15,1	14,2	13,9	14,7	14,4	14,9	14,2	13,2	14,6	13,6	14,3
max. zu erwartende Erhöhung, bez. auf 90. Perzentil und max. Einleitung	mg/l	1,2	1,5	0,3	0,9	1,3	0,6	1,3	1,4	0,8	1,4	0,6	1,0

8.2.2 Allgemeines zur Prognose der biozönotischen Entwicklung der Fuhse

Die verschiedenen biologischen Qualitätskomponenten reagieren unterschiedlich empfindlich auf Salzbelastungen. Die zunehmende Sensibilität der verschiedenen biotischen Teilkomponenten gegenüber erhöhter Salinität verläuft dabei wie folgt (CORING ET AL. 2016):

Fische > Makrozoobenthos > Phytoplankton > Makrophyten > Diatomeen

Aus diesem Grund werden die Entwicklungsprognosen für die verschiedenen zu betrachtenden biologischen Qualitätskomponenten jeweils getrennt formuliert. Alle notwendigen Grunddaten zur zu erwartenden Salinität der Fuhse nach Beginn der Einleitung von Haldenwässern wurden vom Auftraggeber zur Verfügung gestellt und bilden somit die Grundlage für alle formulierten Prognosen.

Allgemein existieren nur unzureichende Angaben zur Sulfattoleranz einheimischer Süßwasserorganismen. Akut toxische Wirkungen werden häufig erst bei Konzentrationen deutlich > 1.000 mg/l Sulfat nachgewiesen, während chronische Wirkungen bei Cladoceren bereits bei 625 mg/l Sulfat nachgewiesen wurden. Generell scheint Sulfat unter Weichwasserbedingungen stärker toxisch zu wirken als in Verbindung mit Hartwässern (vgl. CORMIER et al. 2013a-d, ELPNIK et al. 2011, SETAC 2004). Bezogen auf Organismen des Makrozoobenthos wurden für die Eintagsfliege *Tricorphus spp.* die geringsten Sulfattoleranzen ermittelt. Nach URS COOPERATION (2001) wird bei Konzentrationen von 446 mg/l die mittlere LC₅₀-Rate (= 50% Mortalität innerhalb des Versuchszeitraums) erreicht. Für andere Eintagsfliegen wie z.B. *Tricorythus spp.* ermittelten GOETSCH & PALMER (1997) akut toxische Effekte bei etwa 500 mg/l Sulfat.

Die für die Fuhse prognostizierten Sulfatgehalte liegen somit deutlich unter dem Niveau, bei dem akut toxische Effekte zu erwarten sind. Weiterhin sieht die SETAC (2004) das toxische Potenzial von Sulfat im Vergleich zum Chlorid bezogen auf Süßwassercladoceren als deutlich geringer an.

Kalium und Magnesium können schädlich auf aquatische Lebensgemeinschaften wirken. Deutlich erhöhte Kaliumkonzentrationen stören beispielsweise verschiedene Funktionen an tierischen und pflanzlichen Zellmembranen und können so lebenswichtige Diffusionsprozesse erschweren oder unterbrechen. Magnesium beeinflusst die physikalischen Prozesse der Osmose und der Diffusion an den Zellmembranen aquatischer Organismen. Übermäßige Konzentrationsschwankungen von stoffwechselrelevanten anorganischen Ionen können nicht von allen Organismen in gleichem Umfang ausgeglichen werden und führen daher in Abhängigkeit von den wirksamen Konzentrationen zu Stresssituationen, die im Extremfall zum Absterben der Organismen führen können. Derzeit existieren für Kalium- und Magnesium keine allgemein gültigen Grenz- oder Orientierungswerte. Insgesamt liegen nur wenige Angaben zur Toleranz einheimischer Süßwasserorganismen gegenüber diesen Ionen vor.

Entsprechend der Angaben des RUNDEN TISCH Werra (2010) liegen die natürlichen Hintergrundkonzentrationen für Magnesium zumindest im Werra Einzugsgebiet bezogen auf das 90. Perzentil unterhalb von 20 mg/l. Diese Werte werden sowohl im Istzustand wie auch auf der Basis der hier angenommenen Prognose deutlich unterschritten. Negative Auswirkungen der zu erwartenden geringfügig höheren Magnesiumgehalte sind daher mit hoher Wahrscheinlichkeit auszuschließen.

Für die Kaliumkonzentration gibt der RUNDE TISCH WERRA (2010) als Wertebereich für „Lebensbedingungen naturnaher Lebensgemeinschaften“ bezogen auf das 90. Perzentil einen Wertebereich von 5 bis 20 mg/l an. Die Kaliumkonzentrationen der Fuhse im Istzustand lagen im Zeitraum 2005 bis 2015 innerhalb dieses Bereichs. Aus der Prognose der zukünftig zu erwartenden Kaliumkonzentrationen der Fuhse bei Wathlingen geht hervor, dass dieser Wertebereich auch für den Fall der hier beantragten Einleitmengen eingehalten wird.

Zudem beinhalten die im Rahmen dieser Prognose eingesetzten Ergebnisse der DWA-Arbeitsgruppe GB-5.4 „Salzbelastung der Fließgewässer“ neben Chlorid auch Angaben zu den Parametern Kalium und Magnesium. In Bezug auf die artspezifischen Toleranzgrenzen bzgl. der Salinität würden dabei hohe Korrelationen zwischen der Chlorid- und Kaliumtoleranz der erfassten benthischen Makrozoen festgestellt. Aufgrund des geringen prognostizierten Konzentrationsanstiegs von Kalium und Magnesium erscheint es im Zuge der hier zu erarbeitenden biozönotischen Entwicklungsprognose zielführend und fachlich gerechtfertigt, diese Entwicklungsprognose auf die zu erwartenden Chloridgehalte in der Fuhse auszurichten und Chlorid als Vektor potentiell eintretender biozönotischer Effekte zu verwenden.

8.2.3 Prognostizierte Auswirkungen auf die Fischfauna

Bezogen auf die Zusammensetzung der Fischfauna wurden insbesondere Befischungsdaten aus der Innerste bei Sarstedt genutzt, um Einschätzungen zur biozönotischen Wirksamkeit der Einleitung von salzhaltigem Haldenwasser vorzunehmen. Zum einen handelt es sich bei der Innerste bei Sarstedt um den gleichen Fließgewässertyp (sand- und lehmgeprägter Tieflandfluss), zum anderen ist sie als Vergleichsgewässer besonders geeignet, da ebenfalls salzhaltige Haldenabwässer eingeleitet werden und ähnliche Chloridkonzentration gemessen werden, wie sie in der Fuhse zukünftig unterhalb der Einleitung zu erwarten sind. Nachweislich kommen 17 der 23 Arten der Fuhse auch in der Innerste vor. Lediglich Schmerle, Rapfen, Steinbeißer, Goldfisch, Schleie und Aland wurden in diesem Vergleichsgewässer nicht angetroffen (ECORING 2015a). Ein Großteil dieser Arten wurde jedoch seit 2004 stetig in Werra und/oder Oberweser nachgewiesen (LAVES 2004-2012 und LAVES 2015). Diese Fließgewässer sind durch eine erheblich höhere Salinität geprägt. Für die Arten Steinbeißer und Schmerle liegen Nachweise aus der Elbe bei Zielitz und Hohenwarthe vor (ECORING 2015b). In diesem Abschnitt der Elbe liegt die Chloridbelastung mit durchschnittlich etwa 200 mg/l oberhalb der in der Fuhse zu erwartenden Chloridkonzentration. Zumindest der Steinbeißer toleriert aber auch wesentlich höhere Salzgehalte, da für diese Art in der einschlägigen Literatur auch Brackwasser als Lebensraum angegeben wird (<http://www.fishbase.org/Summary/SpeciesSummary.php?ID=6378&AT=Steinbeißer>).

Insgesamt können negative Auswirkungen auf die Fischfauna als Folge der zu erwartenden geringfügig erhöhten Salzkonzentrationen mit hoher Wahrscheinlichkeit ausgeschlossen werden.

Tabelle 8.5: Übersicht zu den in der Fuhse und den Vergleichsgewässern nachgewiesenen Fischarten

Deutscher Name	Wissenschaftlicher Name	Nachweis in der Fuhse (2010 - 2014)	Nachweis in der Innerste (2008-2012)	Nachweis in Oberweser und/oder Werra (2004-2015)	Nachweis in der Elbe (2014)
Aal	<i>Anguilla anguilla</i>	ja	ja	ja	ja
Aland	<i>Leuciscus idus</i>	ja		ja	ja
Barbe	<i>Barbus barbus</i>	ja	ja	ja	ja
Bitterling	<i>Rhodeus amarus</i>	ja	ja	ja	
Brasse	<i>Abramis brama</i>	ja	ja	ja	ja
Döbel	<i>Squalius cephalus</i>	ja	ja	ja	ja
Dreistachl. S	<i>Gasterosteus aculeatus</i>	ja	ja	ja	
Flussbarsch	<i>Perca fluviatilis</i>	ja	ja	ja	ja
Gründling	<i>Gobio gobio</i>	ja	ja	ja	ja
Hasel	<i>Leuciscus leuciscus</i>	ja	ja	ja	ja
Hecht	<i>Esox lucius</i>	ja	ja	ja	ja
Kaulbarsch	<i>Gymnocephalus cernuus</i>	ja	ja	ja	ja
Quappe	<i>Lota lota</i>	ja	ja		ja
Rotauge	<i>Rutilus rutilus</i>	ja	ja	ja	ja
Rotfeder	<i>Scardinius erythrophthalmus</i>	ja	ja	ja	ja
Schleie	<i>Tinca tinca</i>	ja		ja	
Steinbeißer	<i>Cobitis taenia</i>	ja			ja
Ukelei	<i>Alburnus alburnus</i>	ja	ja	ja	ja
Giebel	<i>Carassius gibelio</i>	ja	ja	ja	
Goldfisch	<i>Carassius auratus auratus</i>	ja			
Mühlkoppe	<i>Cottus gobio</i>	ja	ja	ja	
Schmerle	<i>Barbatula barbatula</i>	ja			ja
Rapfen	<i>Aspius aspius</i>	ja		ja	ja

8.2.4 Prognostizierte Auswirkungen auf das Makrozoobenthos

Aktuelle Daten zur Zusammensetzung des Makrozoobenthos wurden im Verlauf des Jahres 2016 an insgesamt zwei Terminen erhoben. Die unten stehende Tabelle fasst alle Artnachweise des Jahres 2016 mit Nennung der maximal gefundenen Individuenanzahl / 1,0 m² zusammen und stellt sie der aus einer Datensammlung der DWA Arbeitsgruppe „Salzbelastung der Fließgewässer“ ermittelten Chloridtoleranz gegenüber. Die DWA Arbeitsgruppe hat in den vergangenen Jahren ein Datenbankprojekt durchgeführt, in dem Daten zur Verbreitung von Makrozoen aus salzbelasteten Fließgewässern Deutschlands zusammengefasst wurden. Diese Datenbank wird derzeit im Zuge der Plausibilisierung weiter ausgebaut, so dass die bisherigen Auswertungen als „vorläufig“ zu bezeichnen sind. Gleichwohl ist derzeit kein qualitativ höherwertiger Datensatz zur Salztoleranz benthischer Makrozoen verfügbar.

Tabelle 8.6: Übersicht zu den in der Fuhse 2016 nachgewiesenen Arten des Makrozoobenthos mit Nennung der Salinitätspräferenzen (Datengrundlage: Datenbank der DWA-Arbeitsgruppe GB-5.4)

DV_Nr	Taxanachweis in Fuhse 2016	Max. Ind. / 1,0 m ² Fuhse 2016	Gewichtetes Mittel der Art bezogen auf das 90-Perzentil (mg/l Cl)	Standardabweichung des berechneten gewichteten Mittels	Chloridtoleranz (mg/l) (Summe aus gewichtetem Mittel + Standardabweichung)
1002	<i>Gammarus pulex</i>	425	244	567	811
604	<i>Prodiamesa olivacea</i>	30	454	587	1041
132	<i>Dicranota</i>	6	248	517	765
900	<i>Simulium (Wilhelmia)</i>	21	220	341	560
7	<i>Baetis</i>	12	233	539	772
601	<i>Baetis fuscatus - Gruppe</i>	4	221	283	504
278	<i>Baetis vernus</i>	15	174	277	451
847	<i>Caenis luctuosa</i>	8	203	176	378
252	<i>Centroptilum luteolum</i>	7	100	129	229
393	<i>Ephemera</i>	1	51	76	127
86	<i>Heptagenia flava</i>	12	102	82	184
88	<i>Heptagenia sulphurea</i>	2	110	140	250
158	<i>Proclleon bifidum</i>	6	82	75	157
60	<i>Aphelocheirus aestivalis</i>	1	259	281	540
1000	<i>Erpobdella octoculata</i>	2	187	378	565
1004	<i>Asellus aquaticus</i>	4	338	623	961
1107	<i>Proasellus coxalis</i>	2	803	495	1298
1009	<i>Bithynia tentaculata</i>	10	204	226	430
1036	<i>Potamopyrgus antipodarum</i>	16	935	975	1910
1115	<i>Sphaerium</i>	6	365	477	841
1085	<i>Valvata piscinalis</i>	1	196	219	415
124	<i>Calopteryx splendens</i>	29	278	500	778
30	<i>Calopteryx virgo</i>	22	260	556	816
10480	<i>Ophiogomphus cecilia</i>	6	129	194	323
10480	<i>Ophiogomphus cecilia (Exuvie)</i>	1	129	194	323
1356	<i>Aulodrilus plurisetia</i>	1	379	350	730
1093	<i>Limnodrilus hoffmeisteri</i>	8	778	873	1651
1094	<i>Lumbriculus variegatus</i>	21	383	666	1049
1191	<i>Potamothenis hammoniensis</i>	31	453	613	1066
1087	<i>Tubifex tubifex</i>	10	836	593	1429
14	<i>Anabolia nervosa</i>	2	171	518	689

DV_Nr	Taxanachweis in Fuhse 2016	Max. Ind. / 1,0 m ² Fuhse 2016	Gewichtetes Mittel der Art bezogen auf das 90-Perzentil (mg/l Cl)	Standardabweichung des berechneten gewichteten Mittels	Chloridtoleranz (mg/l) (Summe aus gewichtetem Mittel + Standardabweichung)
63	<i>Brachycentrus subnubilus</i>	18	241	275	516
125	<i>Hydropsyche angustipennis</i>	20	460	930	1389
877	<i>Hydropsyche contubernalis</i>	3	596	473	1069
115	<i>Hydropsyche pellucidula</i>	6	395	560	955
848	<i>Hydropsyche siltalai</i>	3	371	636	1008
331	<i>Hydroptila</i>	3	501	712	1213
858	<i>Lype reducta</i>	2	263	253	516
451	<i>Mystacides azurea</i>	2	106	123	229
611	<i>Rhyacophila (Rhyacophila)</i>	3	183	279	462

Für 37 der insgesamt 40 im Jahr 2016 in der Fuhse nachgewiesenen Makrozoobenthostaxa konnten Angaben zur Chloridtoleranz aus der DWA-Datenbank abgeleitet werden. Nahezu alle der errechneten Chloridtoleranzen liegen deutlich über dem auf Basis der vorliegenden Daten der Jahre 2005-2015 prognostizierten pessimalen 90.-Perzentil-Wert von 186mg/l Cl. Hieraus ist abzuleiten, dass für die derzeit in der Fuhse vorkommenden Makrozoentaxa keine negativen Auswirkungen im Hinblick auf ihr Vorkommen zu erwarten sind. Bei lediglich 3 Taxa liegt die errechnete, auf das 90. Perzentil bezogene Chloridtoleranz unter oder nur knapp oberhalb von 186 mg/l (worst-case-Szenario auf der Basis der Abflussbedingungen des Jahres 2006). Betroffen sind dabei ausschließlich Insekten aus der Gruppe der Eintagsfliegen. Dabei erscheint die aus dem DWA-Projekt abgeleitete relativ geringe Salztoleranz für die Gattung Ephemera nur eingeschränkt plausibel, da die beiden Arten der Gattung über eine höhere Salztoleranz verfügen. Zudem handelt es sich bei diesem Nachweis um einen Einzelfund.

Die Eintagsfliege *Procloeon bifidum* trat in der Fuhse in der Regel nur in äußerst geringer Abundanz auf. Aus dem Datenbankprojekt der DWA-Arbeitsgruppe sind für diese Art Werte für die Chloridtoleranz von ca. 157 mg/l abzuleiten, wenngleich in dem Datensatz auch Beispiele für ein Vorkommen der Arten in erhöhter Abundanz bei Werten > 200 mg/l vorhanden sind.

Für die Eintagsfliege *Heptagenia flava* wurde im Rahmen des DWA-Projekts eine Salztoleranz von 184 mg Chlorid pro Liter ermittelt. Dass der geringe Anstieg der Chloridkonzentrationen in Folge der Einleitung zu einem vollständigen, dauerhaften Verschwinden dieser Art führen wird, ist nicht anzunehmen, zumal der prognostizierte pessimale 90. Perzentilwert von 186 mg/l auf einer äußerst konservativen Berechnung basiert.

Die nachfolgende Tabelle stellt die Ergebnisse der PERLODES-Bewertungen für die standardisierte Makrozoobenthosbesiedlung der Fuhse aus dem Jahr 2016 den Bewertungsergebnissen gegenüber, in denen die potentiell salzempfindlicheren Arten (vergl. oben) unberücksichtigt blieben. Aus dem Ergebnis ist abzuleiten, dass auch für den Fall, dass die oben herausgestellten Taxa aus der Fuhse verschwinden sollten, von keiner signifikanten Verschlechterung der Bewertungsergebnisse auf der Basis des Makrozoobenthos auszugehen ist. Das Szenario führt zu den gleichen Klassenbewertungen wie der derzeitige Ist-Zustand.

Tabelle 8.7: Ergebnisse der Berechnung für die Standardartenliste der Referenz aus 2016 und für das abgeleitete Szenario (NWB = natürlicher Wasserkörper, HMWB = erheblich veränderter Wasserkörper)

Fließgewässertyp	Typ 15: Sand- und lehmgeprägte Tieflandflüsse			
	Referenz 2016		Szenario	
Probenahme	NWB	HMWB	NWB	HMWB
Wasserkörpereinstufung	NWB	HMWB	NWB	HMWB
Taxaliste für das Modul "Allgemeine Degradation"	original	original	original	original
Ökologische Zustands-/Potenzialklasse	gut	gut	gut	gut
Ergebnis der Ökologischen Zustands-/Potenzialklasse ist	gesichert	gesichert	gesichert	gesichert
Qualitätsklasse Modul "Saprobie"	gut	gut	gut	gut
Ergebnis des Modules "Saprobie" ist	gesichert	gesichert	gesichert	gesichert
Qualitätsklasse Modul "Allgemeine Degradation"	gut	gut	gut	gut
Ergebnis des Moduls "Allgemeine Degradation" ist	gesichert	gesichert	gesichert	gesichert

Zusammengefasst können aufgrund der vorliegenden Analysen für das Makrozoobenthos signifikante Zustandsverschlechterungen in Zusammenhang mit der Einleitung von salzhaltigem Haldenwasser mit hoher Wahrscheinlichkeit ausgeschlossen werden.

8.2.5 Prognostizierte Auswirkungen auf die Gewässerflora

Insgesamt waren aus den floristischen Untersuchungen im Jahr 2016 keine signifikanten Einflüsse der derzeitigen Salzbelastung auf die Flora der Fuhse abzuleiten. Bezogen auf die Zusammensetzung der Makrophyten ist festzuhalten, dass die überwiegende Zahl der 2016 in der Fuhse nachgewiesenen, bestandsbildenden Makrophytenarten auch in der Innerste (ECORING 2015a) und in der Werra (ECORING 2005-2015) in Verbindung mit ähnlicher bzw. erheblich höherer Salinität nachgewiesen wurden. Lediglich für *Potamogeton natans* existieren aus den Vergleichsgewässern keinerlei Nachweise. Diese Art ist bundesweit nahezu ubiquitär verbreitet und kommt auch in Übergangsgewässern mit höherer Salinität vor (vergl. BfN, <http://www.floraweb.de>).

Demzufolge können negative Auswirkungen der zu erwartenden leicht erhöhten Salzkonzentrationen auf die Makrophytenflora der Fuhse weitgehend ausgeschlossen werden.

Tabelle 8.8: Übersicht zu den in der Fuhse 2016 und in den nachgewiesenen Makrophytenarten

Taxon Name	Fuhse 2016	Innerste 2013	Werra 2004-2016
<i>Callitriche spec.</i>	ja		ja
<i>Elodea canadensis</i>	ja		ja
<i>Lemna minor</i>	ja	ja	ja
<i>Myriophyllum spicatum</i>	ja		ja
<i>Nuphar lutea</i>	ja	ja	ja
<i>Potamogeton crispus</i>	ja		ja
<i>Potamogeton natans</i>	ja		
<i>Potamogeton pectinatus</i>	ja	ja	ja
<i>Sparganium emersum</i>	ja	ja	
<i>Spirodela polyrhiza</i>	ja	ja	ja
<i>Cladophora</i>	ja	ja	ja
<i>Enteromorpha interstitialis</i>	ja	ja	ja

Auch auf der Basis des Phytobenthos (Diatomeen) waren im Jahr 2016 keine signifikanten bewertungsrelevanten Einflüsse der derzeitigen Salinität auf die Flora der Fuhse abzuleiten. Die Zusammensetzung der Kieselalpengesellschaft ist in besonderem Maße vom Wasserchemismus anhängig, und es bestehen zudem Wechselwirkungen zwischen Eutrophierungserscheinungen und einer niederschweligen Erhöhung der Salinität, die sich in der Praxis überlagern. Aus fachlicher Sicht ist eine Prognose potentieller Effekte einer geringfügigen zusätzlichen Salzbelastung, wie sie aus dem zugrundeliegenden Rechenbeispiel hervorgehen, mit erheblichen Schwierigkeiten behaftet. Die in Folge der Haldenwassereinleitung prognostizierten Konzentrationserhöhungen erscheinen jedoch als so gering, dass ein deutlicher Anstieg in der Verbreitung salztoleranter Diatomeentaxa weitgehend ausgeschlossen erscheint bzw. allenfalls auf den unmittelbaren Einleitungsbereich beschränkt bleiben wird. Solche eventuell kleinräumig auftretenden Effekte der Salzeinleitung sind als nicht repräsentativ für den gesamten OWK zu bezeichnen und sind damit nicht zustandsbestimmend für den OWK.

Weitergehende Aussagen zur potentiellen Entwicklung der Diatomeenflora lassen sich lediglich durch Analogieschlüsse ableiten. Ecoring (2015b) untersuchte die Diatomeenflora der Elbe an verschiedenen Messpunkten zwischen Magdeburg und Tangermünde. Das LHW Sachsen-Anhalt gibt in seinen Zahlentafeln für das Jahr 2015 (http://www.lhw.sachsen-anhalt.de/fileadmin/Bibliothek/Politik_und_Verwaltung/Landesbetriebe/LHW/neu_PDF/5.0_GLD/Gew_Daten_2015/MEL07_2015.pdf) linksseitige Chloridkonzentrationen zwischen 110 und 500 mg/l Chlorid an. Das 90. Perzentil der Chloridkonzentration betrug 2015 in Tangermünde (linkes Ufer) 299 mg/l. Damit ist die Salinität dieses Elbabschnitts im Vergleich zur Fuhse als deutlich höher zu bezeichnen.

Von den 91 in der Fuhse 2016 nachgewiesenen Diatomeentaxa wurden 83 auch in der Elbe nachgewiesen. Die acht nicht in der Elbe nachgewiesenen Taxa traten ausschließlich als Einzelfunde in sehr geringer Häufigkeit und Stetigkeit auf und sind somit nicht als bewertungsrelevant zu bezeichnen. Im Hinblick auf die Fragestellung ist dagegen das Vorkommen solztoleranter Diatomeentaxa von besonderem Interesse. Die nachfolgende Tabelle stellt die Nachweise halophiler und mesohalober Diatomeentaxa aus der Fuhse und der Elbe gegenüber. Insbesondere im Hinblick auf die stärker salztoleranten (mesohaloben) Taxa sind in Bezug auf die mittleren und maximalen Häufigkeiten keine deutlichen Unterschiede zwischen den beiden Gewässern erkennbar. Lediglich *Bacillaria paradoxa* tritt in der Elbe häufiger in erhöhter Abundanz auf. Nach HOFMANN ET AL. (2013) kommt *Bacillaria paradoxa* bevorzugt in sehr elektrolytreichen Habitaten und hier insbesondere in großen Flüssen, Strömen, Kanälen und Gräben vor. Ein aspektbildendes Vorkommen in kleineren Tieflandflüssen wie der Fuhse ist danach nicht zu erwarten. Unter Berücksichtigung der deutlich höheren Salinität der Elbe und dem mengenmäßig weitgehend ähnlichem Vorkommen salztoleranter Diatomeen in der Fuhse können negative Auswirkungen der zu erwartenden geringfügig höheren Salzkonzentrationen auf die Diatomeenflora der Fuhse ebenfalls weitgehend ausgeschlossen werden.

Tabelle 9: Vergleichende Gegenüberstellung des Vorkommens salztoleranter Diatomeen in der Fuhse 2016 und der Elbe zwischen Magdeburg und Tangermünde 2000 – 2015 (mh = mesohalob, hp = halophil)

DV-Nr	Taxon Name	Halobien Einstufung	Vorkommen in der Fuhse 2016			Vorkommen in der Elbe 2000-2015		
			Mittlere Häufigkeit	Max. Häufigkeit	Anzahl Nachweise	Mittlere Häufigkeit	Max. Häufigkeit	Anzahl Nachweise
6248	<i>Achnanthes delicatula</i> ssp. <i>delicatula</i>	mh	0,95	2,04	4	0,32	1,54	53
16112	<i>Achnanthes delicatula</i> ssp. <i>engelbrechtii</i>	mh	1,49	2,06	4	0,49	2,51	50
6143	<i>Bacillaria paradoxa</i>	mh	0,21	0,22	2	2,49	20,77	21
6043	<i>Caloneis amphisbaena</i>	hp	0,46	0,46	1	0,09	0,22	11
6002	<i>Cyclotella meneghiniana</i>	hp	3,03	5,28	4	2,06	8,90	68
6209	<i>Diatoma moniliformis</i>	hp	0,45	0,45	1	1,13	13,53	38

DV-Nr	Taxon Name	Halobien Einstufung	Vorkommen in der Fuhse 2016			Vorkommen in der Elbe 2000-2015		
			Mittlere Häufigkeit	Max. Häufigkeit	Anzahl Nachweise	Mittlere Häufigkeit	Max. Häufigkeit	Anzahl Nachweise
16206	<i>Diatoma moniliformis</i> ssp. <i>ovalis</i>	hp	0,22	0,22	1	0,05	0,16	3
6915	<i>Fragilaria famelica</i>	mh	0,20	0,20	1	0,12	0,12	1
6234	<i>Fragilaria fasciculata</i>	mh	0,22	0,22	1	0,16	0,49	35
6089	<i>Navicula cincta</i>	hp	0,20	0,20	1	0,14	0,17	4
6864	<i>Navicula lanceolata</i>	hp	1,99	4,70	4	2,14	10,58	80
6510	<i>Navicula libonensis</i>	hp	0,22	0,22	1			
6100	<i>Navicula protracta</i>	hp	0,23	0,23	1	0,08	0,29	11
6831	<i>Navicula tripunctata</i>	hp	2,80	4,90	4	1,14	4,46	79
6964	<i>Nitzschia capitellata</i>	hp	0,22	0,22	1	0,29	1,52	44
6196	<i>Nitzschia frustulum</i>	hp	6,56	9,33	2	1,18	6,39	71
6595	<i>Nitzschia inconspicua</i>	hp	0,22	0,22	1	0,76	5,56	55
6961	<i>Nitzschia sociabilis</i>	hp	2,05	3,90	2	2,97	16,69	69
6615	<i>Nitzschia tubicola</i>	hp	0,20	0,20	1	0,23	0,39	19
6937	<i>Thalassiosira weissflogii</i>	mh	0,45	0,45	1	0,29	0,91	11

8.2.6 Zusammenfassung der prognostizierten Auswirkungen auf Flora und Fauna

Aus der Gesamtheit der aktuell durchgeführten Untersuchungen geht hervor, dass auf der untersuchten Fließgewässerstrecke der Fuhse als Gütestressoren insbesondere eine gegebene stoffliche Belastung sowie Eutrophierungserscheinungen wirksam sind. Dies wird insbesondere durch die Diatomeen und teilweise auch die Makrophyten indiziert. Das Makrozoobenthos zeigt zudem eine wirksame strukturelle Degradation des Fließgewässers an.

Insgesamt sind von der beantragten, geringfügig erhöhten Belastungssituation der Fuhse bei Wathlingen auf Basis der vorliegenden Messwerte und Einleitungsvariablen daher salzbezogene negative Einflüsse auf die Zusammensetzung der aquatischen Lebensgemeinschaften (Flora und Fauna) kaum zu erwarten. Diese Aussage lässt sich auch an Vergleichen zwischen den aktuell in der Fuhse nachgewiesenen Lebensgemeinschaften mit den Artenzusammensetzungen ähnlich bzw. höher salzbelasteter Gewässer wie z.B. der Werra oder der Oberweser (ECORING 2005-2015) sowie der Innerste (ECORING 2015a) und der Elbe (ECORING 2015b) festmachen. In der Hauptversalzungszone der Werra liegen die Chloridbelastungen aktuell etwa um den Faktor 20 höher als in der Fuhse, in der Oberweser etwa um den Faktor 3. Die Innerste weist bei Sarstedt eine ähnliche mittlere Chloridbelastung (um 160 mg/l) wie die Fuhse auf, in der Elbe zwischen Magdeburg und Tangermünde liegt die mittlere Chloridkonzentration noch darüber (um 200 mg/l).

Für alle hier betrachteten biologischen Qualitätskomponenten ist daher eine reproduzierbare, monokausal begründete Klassenverschlechterung des Wasserkörpers 16062 der Fuhse im Sinne der Zustands- / Potenzialbewertung nach OGWV (2016) als Folge der beantragten Einleitung von Haldenwässern nicht anzunehmen. Für den betroffenen OWK wird das in der WRRL formulierte Verschlechterungsverbot mit hinreichender Wahrscheinlichkeit eingehalten. Vermutlich steht das Vorhaben aufgrund der dargelegten geringfügigen Mehrbelastung auch dem Verbesserungsgebot nicht grundsätzlich entgegen. Zum einen werden die in der OGWV (2016) für die Salzparameter formulierten Orientierungswerte für den guten ökologischen Zustand bzw. das gute ökologische Potential eingehalten, zum anderen sind Aussagen zu potentiellen Verbesserungen der ökologischen Situation eines multikausal belasteten Wasserkörpers nur unter Berücksichtigung aller geplanten Maßnahmen möglich.

Aus den durchgeführten Analysen ist daher weiterhin abzuleiten, dass von dem Vorhaben keine zusätzlichen negativen Einflüsse auf das FFH Gebiet 3021-331 (Aller mit Barnbruch), in das die Fuhse ca 18 km unterhalb der geplanten Einleitstelle einmündet, zu erwarten sind.

9 Literatur

9.1 Allgemeine Literatur

- BAFU (2007): Methoden zur Untersuchung und Beurteilung der Fließgewässer – Kieselalgen Stufe F (flächendeckend), herausgegeben vom Bundesamt für Umwelt Bern, 2007.
- BAYLFU (2012): Verfahrensanleitung für die ökologische Bewertung von Fließgewässern zur Umsetzung der EU-Wasserrahmenrichtlinie: Makrophyten und Phytobenthos. – Stand Januar 2012, Bayerisches Landesamt für Umwelt, München.
- BAYLFW (BAYERISCHES LANDESAMT FÜR WASSERWIRTSCHAFT) (2003): Taxaliste der Gewässerorganismen Deutschlands zur Kodierung biologischer Befunde. - Informationsberichte des LfW, Heft 1/03, München
- BFN (1996): Rote Liste gefährdeter Pflanzen Deutschlands, Schriftenreihe für Vegetationskunde, Heft 28. ISBN 3-89264-000-5.
- CORING, E., BÄTHE, J., DIETRICH, N. (2016): Indikation der Salinität von Fließgewässern auf der Grundlage des Makrozoobenthos, Korrespondenz Wasserwirtschaft, 9. Jahrgang Nr. 2, Heft 2/16.
- CORMIER, S. M. & G. W. SUTER II (2013 c): A method for deriving water-quality benchmarks using field data. - Environmental Toxicology and Chemistry, Vol. 32, No. 2, pp. 255–262.
- CORMIER, S. M., G. W. SUTER II & L. ZHENG (2013 b): Derivation of a benchmark for freshwater ionic strength. - Environmental Toxicology and Chemistry, Vol. 32, No. 2, pp. 263–271.
- CORMIER, S. M., G. W. SUTER II, L. ZHENG & G. J. POND (2013 a): Assessing causation of the extirpation of stream macroinvertebrates by a mixture of ions. - Environmental Toxicology and Chemistry, Vol. 32, No. 2, pp. 277–287.
- CORMIER, S. M., S.P. WILKES & L. ZHENG (2013 d): Relationship of land use and elevated ionic strength in appalachian watersheds. - Environmental Toxicology and Chemistry, Vol. 32, No. 2, pp. 296–303.
- DIN EN 13946 (2013): Water quality - Guidance standard for the routine sampling and pretreatment of benthic diatoms from rivers.- TC 230 WG 2 TG 3, "Macrophytes and algae", Deutsche Fassung: Beuth Verlag Berlin
- DIN EN 14407 (2014): Water quality - Guidance standard for the identification, enumeration and interpretation of benthic diatom samples from running waters. - TC 230 WG 2 TG 3, "MACROPHYTES AND ALGAE", DEUTSCHE FASSUNG: BEUTH VERLAG BERLIN
- DVWK (1999): Durchgehendes Trophiesystem auf der Grundlage der Trophieindikation mit Kieselalgen. - DVWK-Materialien 6/1999, ISSN 1436-1639.
- ECORING (2005-2015): Biologisch-ökologische Untersuchungen zur Abschätzung von Auswirkungen veränderter Salzeinleitungen auf die aquatische Flora und Fauna der Werra und Weser; diverse Untersuchungsberichte im Auftrag der K+S Kali GmbH, Hardegsen/Uslar 2005-2015
- ECORING (2010): Untersuchung zum Vorkommen von Jungfischen im Einleitungsbereich von Kaliendlaugen in der Werra in Hessen und Thüringen. Untersuchungsbericht im Auftrag der K+S Kali GmbH, Hardegsen/Uslar 2010
- ECORING (2011): Freiland- und Laborexperimente zur Larvalentwicklung von Barben (*Barbus barbus*) in Werra, Fulda und Weser. Untersuchungsbericht im Auftrag der K+S Kali GmbH, Hardegsen/Uslar 2011
- ECORING (2012): Biologisch-ökologische Untersuchungen zur Abschätzung von Auswirkungen veränderter Salzeinleitungen auf die aquatische Flora und Fauna der Ulster und der Bode. Ergebnisse der Untersuchungen 2010-2011, Hardegsen/Uslar 2012
- ECORING (2012): Freiland- und Laborexperimente zur Larvalentwicklung von Groppen (*Cottus gobio*) in Werra, Fulda und Weser. Untersuchungsbericht im Auftrag der K+S Kali GmbH, Hardegsen/Uslar 2011
- ECORING (2014): Fischökologische Untersuchungen an Werra, Oberweser und Fulda. Hardegsen/Uslar 2014
- ECORING (2015a): Hartsalzwerk Siegfried Giesen. Limnologische Untersuchungen der Innerste. Bearbeitungsunterlage I-3 im bergrechtlichen Planfeststellungsverfahren, Hardegsen Uslar 2015
- ECORING (2015b): Limnologische Untersuchungen an der Elbe 2014, Hardegsen/Uslar 2015
- ELPHICK, J.R., M. DAVIES, G. GILRON, E. C. CANARIA, B. LO, & H. C. BAILEY (2011): An aquatic toxicological evaluation of sulfate: the case for considering hardness as a modifying factor in setting water quality guidelines. - Environmental Toxicology and Chemistry, Vol. 30, No. 1, pp. 247–253, 2011
- GOETSCH, P.-A. & C.G. PALMER (1997): Salinitytolerances of selected macroinvertebrates in the Sabie River, Kruger National Park, South Africa, Arch. Environ. Contam. Toxicol. 32, S. 32-41.
- HBIO (2010): Einfluss des Salzgehaltes auf die makrozoobenthische Besiedlung Sachsen-Anhalts, Untersuchungsbericht im Auftrag des Landesbetrieb für Hochwasserschutz und Wasserwirtschaft Sachsen-Anhalt, SG 5.1.2 Ökologie, Magdeburg 2010.

- KELLY M.G. (1996): The trophic diatom index. – Bowburn Consultancy, RundD Technical Report E 2. Found. of Water research, Allen House, The Listons, Liston Rd., Marlow, Bucks SL/ 1FD, UK
- LAVES (Niedersächsisches Landesamt für Verbraucherschutz und Lebensmittelsicherheit) - Dezernat Binnenfischerei (2008): Vorläufige Rote Liste der Süßwasserfische, Rundmäuler und Krebse in Niedersachsen. - (unveröffentlicht).
- LAVES (Niedersächsisches Landesamt für Verbraucherschutz und Lebensmittelsicherheit) - Dezernat Binnenfischerei (2008): Fischfaunistische Referenzerstellung und Bewertung der niedersächsischen Fließgewässer vor dem Hintergrund der EG Wasserrahmenrichtlinie
- LAVES (Niedersächsisches Landesamt für Verbraucherschutz und Lebensmittelsicherheit) - Dezernat Binnenfischerei (2004-2012): Elektrofischungen von Werra und Oberweser. Dezernat Binnenfischerei, Hannover. (Einzelberichte der Jahre 2004 – 2012; download unter: http://www.laves.niedersachsen.de/portal/live.php?navigation_id=20092&article_id=112271&psmand=23)
- LAVES (Niedersächsisches Landesamt für Verbraucherschutz und Lebensmittelsicherheit) - Dezernat Binnenfischerei (2015): Fischbestandserfassungen in der Oberweser und Werra. Zeitraum 2013-2015; download unter: <http://www.laves.niedersachsen.de/tiere/binnenfischerei/aktuell/Elektrofischungen-von-werra-und-oberweser-im-jahr-2013-2015-114930.html>
- MEIER, C., HAASE, P., ROLAUFFS, P., SCHINDEHÜTTE, K., SCHÖLL, F., SUNDERMANN, A. & D. HERING (2006): Methodisches Handbuch Fließgewässerbewertung, Stand Mai 2006, www.fliessgewaesserbewertung.de
- MELP (MINISTRY OF ENVIRONMENT, LANDS AND PARKS PROVINCE BRITISH COLUMBIA) (2000): Ambient Water Quality, Guidance for Sulphate, MELP, Water Quality Section, Water Management Branch, Victoria, BC, November 2000.
- OBERFLÄCHENGEWÄSSERVERORDNUNG [OGewV] (2016): Verordnung zum Schutz der Oberflächengewässer (Oberflächengewässerverordnung - OGewV), Ausfertigungsdatum: 20.06.2016, Vollzitat: "Oberflächengewässerverordnung vom 20. Juni 2016 (BGBl. I S. 1373)
- RUNDER TISCH WERRA (2010): Empfehlung Gewässerschutz Werra/Weser und Kaliproduktion. Kassel, 09. Februar 2010
- POTTGIEßER, T. & SOMMERHÄUSER, M. (2008): Erste Überarbeitung Steckbriefe der deutschen Fließgewässertypen.
- SCHÖNFELDER, I. (2004): Paläolimnologische Leitbildkonstruktion und biozönotisch basierte Bewertungsansätze für Flusseen am Beispiel der Diatomeen, Kurzfassung des Abschlussbericht zum Verbundprojekt im Rahmen des BMBF-Förderprogramms „Forschung für die Umwelt“ zum Thema „Flusseinzugsgebietsmanagement“, Landesumweltamt Brandenburg, November 2004.
- SETAC [Society of Environmental Toxicology and Chemistry] (2004): Technical issue paper: Whole effluent toxicity testing: Ion imbalance. Pensacola FL, USA: SETAC. 4 p.
- TITTIZER, T. & SCHLEUTER, A. (1986): Eine neue Technik zur Entnahme quantitativer Makrozoobenthos-Proben aus Sedimenten größerer Flüsse und Ströme. - Deutsche Gewässerkundliche Mitteilungen, 30, H.5/6: 147-149
- URS Cooperation (2001): Aquatic ecological risk screening for Midnite Mine RI/FS, prepared for the US Environmental Protection Agency Region 10, August 2001, Pr.-No. 53F4001800.07.
- ZIEMANN, H. (1999): Salzgehalt. – IN: TÜMLING, W.v. & FRIEDRICH, G.: Biologische Gewässeruntersuchung. - G. Fischer Verlag Jena, Band 2, S.141, 545 pp.

9.2 Bestimmungsliteratur

Im Rahmen von Diatomeen- und Makrozoobenthosuntersuchungen werden nachfolgende Werke im Büro EcoRing zur Determination der Taxa verwendet:

9.2.1 Allgemeine Bestimmungsliteratur und Feldführer

- BROHMER, P. (1979): Fauna von Deutschland. - 14. neugestaltete u. erw. Aufl., Quelle & Meyer, Heidelberg, 581 S.
- ENGELHARDT, W. (1986): Was lebt in Tümpel, Bach und Weiher ? - 12. Aufl., Franckh'sche Verlagshandlung Stuttgart, 270 S.

- LUDWIG, H.W. (1989): Tiere unserer Gewässer. Merkmale, Biologie, Lebensraum, Gefährdung. - BLV, München, Wien, Zürich, 255 S.
- ROZKOSNY, R. (Hrsg.): Klíč vodních larev hmyzu. - Československá Akademie Ved, Praha, 521 S.
- STRESEMANN, E. (1986): Exkursionsfauna für die Gebiete der DDR und der BRD. - 7. Aufl., Teil 1, Verlag Volk und Wissen, Berlin, 4

9.2.2 Bestimmungsliteratur Makrozoobenthos

PORIFERA:

- ARNDT, W. (1928): Porifera, Schwämme, Spongien. - In: Dahl,F.(Hrsg.): Die Tierwelt Deutschlands, Jena, 4: 2-94
- NAGEL, P. et al. (1989): Bildbestimmungsschlüssel der Saprobien: Makrozoobenthon. - G. Fischer Verlag, Stuttgart, 183 S.

COELENTERATA:

- BROCH, H. (1928): Hydrozoen. - In: Dahl,F.(Hrsg.): Die Tierwelt Deutschlands, Jena, 4: 95-160
- FÜLLER, H. (1983): Coelenterata-Hohltiere. - In: Stresemann,E.(Hrsg.): Exkursionsfauna für die Gebiete der DDR und der BRD 1, 6.Aufl.Berlin, S. 6-38

TURBELLARIA:

- HARTWICH, G. (1986): Plathelminthes - Plattwürmer. - In: Stresemann,E. (Hrsg.): Exkursionsfauna für die Gebiete der DDR und der BRD, Wirbellose I, S. 75-99, Volk und Wissen, Berlin
- HOFFMANN, J.A. (1964): Faune des Tricladés paludicoles du Grand-Duché de Luxembourg. - Archives de l'Institut Grand-Ducal de Luxembourg, Section des Sciences, N.S. 30 (1963): 181-261
- REYNOLDS, T.B. (1978): A key to the British Species of Freshwater Tricladés. 2nd rev. ed. - Freshwater Biological Association Scientific Publication 23: 1-23

MOLLUSCA (Gastropoda & Bivalvia):

- ARAUJO, R., D. MORENO & M.A. RAMOS (1993): The asiatic clam *Coricula fluminea* (Müller, 1774) (Bivalvia: Corbiculidae) in Europe. - American Malacological Bulletin, Vol. 10 (1): S. 39-49
- CASTAGNOLO, L. (1980): Bivalvi. - Consiglio nazionale delle ricerche. Guide per il riconoscimento delle specie animali delle acque interne italiane, Verona, 10: 64 S.
- EHRMANN, P. (1937): Kreis: Weichtiere, Mollusca. - In: Brohmer, P. (Hrsg.): Die Tierwelt Mitteleuropas, Leipzig, 2 (Lfg.1): 1-264
- GIROD, A. (1980): Gasteropodi 1. - Consiglio nazionale delle ricerche. Guide per il riconoscimento delle specie animali delle acque interne italiane, Verona, 7: 86 S.
- GIUSTI, F. (1980): Gasteropodi 2. - Consiglio nazionale delle ricerche. Guide per il riconoscimento delle specie animali delle acque interne italiane, Verona, 8: 67 S.
- GLÖER, P., MEIER-BROOK,C. & OSTERMANN, O. (1985): Süßwassermollusken. 5. Aufl. - Deutscher Jugendbund für Naturbeobachtung, Hamburg, 81 S.
- JAECKEL, S.H. (1983): Mollusca-Weichtiere. - In: Stresemann,E. (Hrsg.): Exkursionsfauna für die Gebiete der DDR und der BRD 1, 6.Aufl., S. 102-229
- JAGNOW, B. & GOSSELCK, F. (1987): Bestimmungsschlüssel für die Gehäuse-schnecken und Muscheln der Ostsee. - Mitt. Zool. Mus. Berlin, 63, 2: 191-268
- MACAN, T. T.: A key to the British fresh- and brackish-water Gastropoda. - Freshwater Biological Association, Scientific Publication, Ambleside, 13: 46 S.
- TISCHLER, W. (1984): Stamm: Mollusca, Weichtiere. - In: Brohmer,P. (Hrsg.): Fauna von Deutschland, 16. Aufl., Heidelberg, S. 58-85
- ZEISSLER, H. (1971): Die Muschel *Pisidium*. - Bestimmungstabelle für die mitteleuropäischen Sphaeriaceae. - Limnologica (Berlin) 8 (2): S. 453-503

OLIGOCHAETA:

- BRINKHURST, R.O. (1963): Taxonomical studies on the Tubificidae (Annelida, Oligochaeta). - Int. Revue ges.Hydrobiol., Syst.Beih. 2, 89 S.

- BRINKHURST, R. O. (1971): A guide for the identification of British Aquatic Oligochaeta.- Freshwater Biological Association Scientific Publication, No. 22, second revised edition, 55 S.
- BRINKHURST, R.O. & JAMIESON, B.G.M. (1971): Aquatic Oligochaeta of the world. - XI, 860 S., Edinburgh
- BRINKHURST, R.O. (1986): Guide to the freshwater aquatic microdrile oligochaetes of North America. - Canadian Special Publication of Fisheries and Aquatic Sciences 84, 259 S., Ottawa
- FÜLLER, H. (1986): Annelida - Ringelwürmer. - In: Stresemann, E. (Hrsg.): Exkursionsfauna für die Gebiete der DDR und der BRD, Wirbellose I; Berlin, S. 235-289
- KATHMAN, R.DEEDEE & RALPH O. BRINKHURST (1999): Guide to the Freshwater Oligochaetes of North America. - Aquatic Resources Center, 5109 Rock Bridge Lane, Thompsons Station, Tennessee 37179, USA, 264 pp.
- SAUTER, G. (1995): Bestimmungsschlüssel für die in Deutschland verbreiteten Arten der Familie Tubificidae mit besonderer Berücksichtigung von nicht geschlechtsreifen Tieren. - Lauterbornia, Heft 23: 1-52, Dinkelscherben
- SPERBER, C. (1950): A guide for the determination of European Naididae. Zoologiska Bidrag från Uppsala 29 (1949-1952): 45-78, plate I-III.
- TIMM, T. (2009): A guide to the freshwater Oligochaeta and Polychaeta of Northern and Central Europe. - Lauterbornia, Volume 66: 1-235, Dinkelscherben.
- WACHS, B. (1967): Die häufigsten hämoglobinführenden Oligochaeten der mitteleuropäischen Binnengewässer. - Hydrobiologia, The Hague, 30: 225-247
- WILCKE, D.E. (1967): Oligochaeta. - In: Brohmer, P. (Hrsg.): Die Tierwelt Mitteleuropas, Leipzig, 1 (Lfg. 7a): 1-162

HIRUDINEA:

- AUTRUM, H. (1939): Hirudinea. - In: Brohmer, P. (Hrsg.): Die Tierwelt Mitteleuropas, Leipzig, 1 (Lfg. 7b)
- ELLIOT, J.M. & MANN, K.H. (1979): A Key to the British Freshwater Leeches with notes on their life cycles and ecology. - Freshwater Biological Association Scientific Publication, No. 40: 1-72
- HOFFMANN, J. (--): Faune hirudinéenne du Grand-Duché de Luxembourg. - Institut Grand-Ducal de Luxembourg, Section des sciences, Nouvelle Série 30 (1962): 181-261
- JOHANSSON, L. (1929): Hirudinea (Egel). - In: Dahl, F. (Hrsg.): Die Tierwelt Deutschlands 15: 134-155
- NESEMANN, H. (1993): Bestimmungsschlüssel für mitteleuropäische Egel der Familie Erpobdellidae BLANCHARD 1894 (Hirudinea). - Lauterbornia, Heft 13, S. 37-60, Dinkelscherben.
- MINELLI, A. (1977): Irudinei (Hirudinea). - Consigli nazionale delle ricerche. Guido per il riconoscimento delle specie animali delle acque interne italiane, Verona, 1: 1-43

CRUSTACEA:

- ARGANO, R. (1979): Isopodi (Crustacea, Isopoda). - Consiglio nazionale delle ricerche. Guide per il riconoscimento delle specie animali delle acque interne italiane, Verona, 5: 1-64
- CARASU, S.; E. DOBRENAU & C. MANOLACHE (1953): Amphipoda forme salamastre si de apa dulce. - In: Bodnariuc, N. & al. (eds.): Fauna republicii populare Romine 4 Crustacea 4: 1-407, Acad. Rep. Pop. Romine, Bucuresti
- COTTARELLI, V. (1983): Anostraci, Notostraci, Conostraci.- Consiglio nazionale delle ricerche. Guide per il riconoscimento delle specie animali delle acque interne italiane, Verona, 18: 735 S.
- FROGLIA, C. (1978): Decapodi. - Consiglio nazionale delle ricerche. Guide per il riconoscimento delle specie animali delle acque interne italiane, Verona, 4: 415 S.
- GHETTI, P. F. (1981): Ostracodi. - Consiglio nazionale delle ricerche. Guide per il riconoscimento delle specie animali delle acque interne italiane, Verona, 11: 835 S.
- GLEDHILL, T., SUTCLIFFE, D.W. & WILLIAMS, W.D. (1976): A revised key to the British species of Crustacea: Malacostraca occurring in freshwater.- Freshwater Biological Association, Scientific Publication, Ambleside, 32: 1-72
- GLEDHILL, T., SUTCLIFFE, D.W. & WILLIAMS, W.D.(†) (1993): British Freshwater Crustacea Malacostraca : A key with ecological notes. - Freshwater Biological Association, Scientific Publication, Ambleside, 52: 1-173
- GRUNER, H.-E. (1965): Krebstiere oder Crustacea. - In: Dahl, F. (Hrsg.): Die Tierwelt Deutschlands, Teil 51 u. 53, 1. u. 2. Lief., G. Fischer Verlag, Jena
- GRUNER, H.-E. (1986): Crustacea - Krebse. - In: Stresemann, E. (Hrsg.): Exkursionsfauna für die Gebiete der DDR und der BRD, Wirbellose I, Berlin, S. 394-450

- HENRY, J.-P. & MAGNIEZ, G. (1983): Introduction pratique à la systématique des organismes des eaux continentales françaises. 4. Crustacés Isopodes (Principalement Asellotes). - Bulletin de la Société Linnéenne de Lyon 52 (10): 319-357
- HERHAUS, K.F. (1977): Die ersten Nachweise der Wasserassel *Proasellus meridianus* im Einzugsgebiet der Ems. - Natur und Heimat, Münster (Westfalen), 37 (3): 81-83
- HOFFMANN, J. (1963): Faune des Amphipodes du Grand-Duché de Luxembourg.- Archives de l'Institut Grand Ducal de Luxembourg, Section des Sciences, N.S. 29 (1962): 77-128
- HUWAE, P. & G. RAPPE (2003): Waterpissepedden. – Wetenschappelijke Mededelingen 226, KNNV Uitgeverij, Utrecht, 55 S.
- INGLE, R.W. (1963): *Corophium multisetosum* STOCK, a crustacean amphipod new to great Britain. - Annals and Magazine of natural History, Serie 13, 6: 449-460
- KÖHN, J. & GOSSELCK, F. (1989): Bestimmungsschlüssel der Malakostraken der Ostsee. - Mitt. Zool. Mus. Berlin, 65, 1: 3-114
- LINCOLN, R. J. (1979): British Marine Amphipoda : Gammaridea. - British Museum (Natural History), Publication number 818, 658 S., London
- LUTHER, G. (1987): Seepocken der deutschen Küstengewässer. - Helgoländer Meeresuntersuchungen, 41: 1-43
- MARGARITORA, F. (1983): Cladoceri. - Consiglio nazionale delle ricerche. Guide per il riconoscimento delle specie animali delle acque interne italiane, Verona, 22: 1695 S.
- SARS, G.O. (1895): An Account of the Crustacea of Norway. Vol. 1: Amphipoda. - Alb. Cammermeyers Forlag, Copenhagen
- SCHAEFER, M. (1984): Crustacea, Krebse. - In: Brohmer, P. (Hrsg.): Fauna von Deutschland, 16. Aufl., Heidelberg, S. 136-155
- SCELLENBERG, A. (1942): Krebstiere oder Crustacea. - In: Dahl, F. (Hrsg.): Die Tierwelt Deutschlands, 40. Teil - Flohkrebse oder Amphipoda, Gustav Fischer Verlag, Jena
- SEXTON, E.W. (1939): On a new species of *Gammarus* (*G. tigrinus*) from Droitwich District. - Journal of the marine biological association of the United Kingdom, 23: 543-551
- STELLA, E. (1982): Calanoidi. - Consiglio nazionale delle ricerche. Guide per il riconoscimento delle specie animali delle acque interne italiane, Verona, 14: 67 S
- STOCK, J.H. (1952): Some notes on the taxonomy, the distribution and the ecology of four species of the Amphipod genus *Corophium*. - Beaufortia, 2, 221: 1-10

EPHEMEROPTERA:

- ADAM, G. (1990): Bestimmungstabellen für die Larven der in Deutschland verbreiteten Baetidae (Ephemeroptera). - Wasserwirtschaftsamt Weiden/Oberpfalz: 63 S.
- BAUERNFEIND, E. & U. H. HUMPECH (2001): Die Eintagsfliegen Zentraleuropas (Insecta: Ephemeroptera): Bestimmung und Ökologie. - Verlag des Naturhistorischen Museums Wien, 239 S., Wien
- BELFIORE, C. (1983): Efemerotteri (Ephemeroptera). - Consiglio nazionale delle ricerche. Guide per il riconoscimento delle specie animali delle acque interne italiane, Verona, 24: 1-113
- ELLIOT, J.M. & HUMPECH, U.H. (2010): Mayfly Larvae (Ephemeroptera) of Britain and Ireland: Keys and a Review of their Ecology. - Freshwater Biological Association Scientific Publication No. 66: 1-152
- ELLIOT, J.M. & HUMPECH, U.H. (1983): A key to the adults of the British Ephemeroptera with notes on their ecology. - Freshwater Biological Association Scientific Publication No.47: 1-101
- MACAN, T. T. (1979): A key to the Nymphs of the British species of Ephemeroptera with notes on their ecology. - Freshwater Biological Association Scientific Publication No. 20: 1-79
- MALZACHER, P. (1986): Diagnostik, Verbreitung und Biologie der europäischen *Caenis*-Arten (Ephemeroptera : Caenidae). - Stuttgarter Beiträge zur Naturkunde, Ser. A, Nr. 387, 41 S., Stuttgart
- MÜLLER-LIEBENAU, I. (1969): Revision der europäischen Arten der Gattung *Baetis* LEACH, 1815 (Insecta, Ephemeroptera). - Gewässer und Abwässer, H. 48/49: 1-214
- SCHOENEMUND, E. (1930): Eintagsfliegen oder Ephemeroptera. - In: Dahl, F. (Hrsg.): Die Tierwelt Deutschlands, Jena, 19: 1-106
- STUEDEMANN, D. (1992): Ephemeroptera. - Insecta Helvetica, Fauna 9, Hrsg. Schweizerische Entomologische Gesellschaft. Naturhistorisches Museum, Genève: 175 S.
- THOMAS, A. (1968): Sur la taxonomie de quelques espèces d'*Ecdyonurus* du Sud-ouest de la France (Ephemeroptera). - Annales de Limnologie 4: 51-71

ODONATA:

- ASKEW, R. R. (2004): The Dragonflies of Europe. – Harley Books, Martins, Great Horkesley, Colchester, Essex CO6 4AH, England, 308 S.
- CARCHINI, G. (1983): Odonati (Odonata). - Consiglio nazionale delle ricerche. Guide per il riconoscimento delle specie animali delle acque interne italiane, Verona, 21: 1-80
- FRANKE, U. (1979): Bestimmungsschlüssel mitteleuropäischer Libellen-Larven (Insecta, Odonata). - Stuttgarter Beiträge zur Naturkunde, Serie A (Biologie) 333: 1-17
- HEIDEMANN, H & R. SEIDENBUSCH (1993): Die Libellenlarven Deutschlands und Frankreichs - Handbuch für Exuviansammler. - Verlag Erna Bauer, Keltern: 391 S.

PLECOPTERA:

- AUBERT, W. F. (1959): Plecoptera. - Insecta Helvetica, Lausanne, 1: 1-139
- CONSIGLIO, C. (1980): Plecotteri (Plecoptera). - Consiglio nazionale delle ricerche. Guide per il riconoscimento delle specie animali delle acque interne italiane, Verona, 9: 1-68
- HYNES, H.B.N. (1977): A key to the adults and nymphs of British stoneflies (Plecoptera). - 3rd. ed.- Freshwater Biological Association, Scientific Publication, Ambleside, 17: 1-92
- ILLIES, J. (1955): Steinfliegen oder Plecoptera. - In: Dahl, F. (Hrsg.): Die Tierwelt Deutschlands, Jena, 43: 1-150
- ILLIES, J. (1963): Plecoptera, Steinfliegen - Uferfliegen. - In: Brohmer, P. (Hrsg.): Die Tierwelt Mitteleuropas, Insekten 1. Teil, Band 4, Heft 5, Leipzig
- KOESE, B. (2008): De Nederlandse steenvliegen (Plecoptera). – Entomologische Tabellen 1 supplement bij Nederlandse Faunistische Mededelingen. Leiden, Nederland, 158 S.

HETEROPTERA:

- SAVAGE, A. A. (1989): Adults of the British aquatic Hemiptera Heteroptera. - Freshwater Biological Association, Sc. P., Ambleside, 17: 92 S.
- TAMANINI, L. (1979): Eterotteri Acquatici (Heteroptera: Gerromorpha, Nepomorpha). - Consiglio nazionale delle ricerche. Guide per il riconoscimento delle specie animali delle acque interne italiane, Verona, 6: 106 S.

MEGALOPTERA / NEUROPTERA:

- ELLIOTT, J. M. (1977): A key to the larvae and adults of British freshwater Megaloptera and Neuroptera. - Freshwater Biological Association, Sc. P., Ambleside, 35: 52 S.

COLEOPTERA:

- ANGUS, R. (1992): Süßwasserfauna von Mitteleuropa. – Bd. 20: Insecta. Coleoptera. 10. Hydrophilidae. 2. Helophorinae. – Brauer, A. (Begr.); Schwoerbel, J. (Hrsg.), Verlag G. Fischer, Stuttgart, 144 S.
- BERTHELEMY, C. & RIOLS, J. (1965): Les Larves d'Elmis du groupe d'E. maugetii (Coléoptères, Dryopoidea). - Annales de Limnologie, Paris, 1: 21-38
- BERTHELEMY, C. & DUCTOR, M. (1965): Taxonomie larvaire et cycle biologique de six espèces d'Esolus et d'Oulimnius européens (Coleoptera, Dryopoidea). - Annales de Limnologie, Paris, 1: 257-276
- DROST, M.B.P., H.P.J.J. CUPPEN, E.J. VAN NIEUKERKEN & M. SCHREIJER (1992): De Waterkevers van Nederland. - Stichting uitgeverij Koninklijke Nederlandse Natuurhistorische Vereniging, Nationaal Natuurhistorisch Museum, Utrecht, 280 S.
- FREUDE, H.; HARDE, K.W. & LOHSE, G.A. (Hrsg.)(1965): Die Käfer Mitteleuropas 1.-Krefeld, 214 S.
- FREUDE, H.; HARDE, K.W. & LOHSE, G.A. (Hrsg.)(1966): Die Käfer Mitteleuropas 9.-Krefeld, 299 S.
- FREUDE, H.; HARDE, K.W. & LOHSE, G.A. (Hrsg.)(1971): Die Käfer Mitteleuropas 3.-Krefeld, 365 S.
- FREUDE, H.; HARDE, K.W. & LOHSE, G.A. (Hrsg.)(1979): Die Käfer Mitteleuropas 6.-Krefeld, 367 S.
- HOLLAND, D.G. (1972): A key to the larvae, pupae and adults of the British species of Elminthidae. - Freshwater Biological Association, Scientific Publication, Ambleside, 26: 1-58
- KLAUSNITZER, B. (1977): Bestimmungstabellen für die Gattungen der aquatischen Coleopteren-Larven Mitteleuropas. - Beiträge zur Entomologie, Berlin, 27 (1): 145-192
- KLAUSNITZER, B. (1984): Käfer im und am Wasser. - Die Neue Brehm Bücherei, A. Ziemsen Verlag, Wittenberg Lutherstadt
- KLAUSNITZER, B. (1991): Die Larven der Käfer Mitteleuropas, 1. Adepaga, Goecke & Evers, Krefeld, 273 S.
- KLAUSNITZER, B. (1994): Die Larven der Käfer Mitteleuropas, 2. Myxophaga, Polyphaga, Teil 1., Goecke & Evers, Krefeld, 325 S.

- KLAUSNITZER, B. (1996): Die Larven der Käfer Mitteleuropas, 1. Polyphaga, Teil 2, Goecke & Evers, Krefeld, 335 S.
- LUCHT, W.H. (1987): Die Käfer Mitteleuropas. - Katalog, Goecke & Evers, Krefeld, 342 S.
- OLMI, M. (1978): Driopidi, Elmintidi (Coleoptera, Dryopidae, Elminthidae). - Consiglio nazionale delle ricerche. Guide per il riconoscimento delle specie animali delle acque interne italiane, Verona, 2: 1-73
- PIRISINU, Q. (1981): Palpicorni. - Consiglio nazionale delle ricerche. Guide per il riconoscimento delle specie animali delle acque interne italiane, Verona, 13: 97 S.
- RICHOUX, P. (1982): Introduction pratique à la systématique des organismes des eaux continentales françaises. 2. Coléoptères aquatiques (genres: adultes et larves). - Bulletin de la société Linnéenne de Lyon 51 (4): 105-303
- SCHULTE, H. (1989): Beiträge zur Ökologie und Taxonomie der Gattung *Elmis* LATREILLE (Insecta: Coleoptera, Elmidae) unter besonderer Berücksichtigung niederbayerischer Vorkommen. - Lauterbornia, H. 1: 23-37, Dinkelscherben
- STEFAN, A. W. (1958): Die deutschen Arten der Gattungen *Elmis*, *Esolus*, *Oulimnius*, *Riolus*, *Aptykophallus* (Coleoptera: Dryopidae). - Beiträge zur Entomologie, 8 (1/2): 122-179

TRICHOPTERA:

- EDINGTON, J.M. & A.G. HILDREW (1981): A key to the caseless caddis larvae of the British Isles. - Freshwater Biological Association, Scientific Publication, Ambleside, 43: 1-92
- EDINGTON, J.M. & A.G. HILDREW (1995): Caseless caddis larvae of the British Isles.- Freshwater Biological Association, Scientific Publication, Ambleside, 53: 134 S.
- HILEY, P.D. (1976): The identification of British limnephilid larvae (Trichoptera). - Systematic Entomology, Oxford, 1: 147-167
- LEUREUIL, J.Y.; CHOVET, M.; BOURNAUD, M. & TACHET, H. (1983): Description, repartition et cycle biologique de la larve d'*Hydropsyche bulgaromanorum* MALICKY 1977 (Trichoptera, Hydropsychidae) dans la Basse Loire. - Anns. Limnol. 19, (1): 17-24
- MALICKY, H. (2004): Atlas of European Trichoptera – Atlas der Europäischen Köcherfliegen. – Springer Verlag P.O. Box 17, 3300 AA Dordrecht, The Netherlands, 359 S.
- MORETTI, G. (1983): Tricotteri (Trichoptera). - Consiglio nazionale delle ricerche. Guide per il riconoscimento delle specie animali delle acque interne italiane, Verona, 19: 1-155
- PITSCH, T. (1993): Zur Larvaltaxonomie, Faunistik und Ökologie mitteleuropäischer Fließwasser-Köcherfliegen (Insecta: Trichoptera). -TU Berlin, Schriftenreihe des Fachbereichs Landschaftsentwicklung - Sonderheft S 8, Berlin: 316 S.
- SZCZESNY, B. (1974): Larvae of the genus *Hydropsyche* from Poland. - Pol. Arch. Hydrobiol. 21: 387-390
- SEDLAK, E. (1985): Bestimmungsschlüssel für mitteleuropäische Köcherfliegenlarven (Insecta, Trichoptera). - Wasser und Abwasser, Beiträge zur Gewässerforschung 15, Bd. 29: 1-163 (mit Ergänzungen von Waringer, J.)
- TOBIAS, W. & D. TOBIAS (1981): Trichoptera Germanica. Bestimmungstabellen für die deutschen Köcherfliegen Teil I: Imagines. - Cour. Forsch. - Inst. Senckenberg, 49, Frankfurt a. M.: 671 S
- WALLACE, I. D., B. WALLACE & G. N. PHILIPSON (1990): A key to the case-bearing caddis larvae of Britain and Ireland. - Freshwater Biological Association, Scientific Publication, Ambleside, 51: 237 S.
- WARINGER, J. & W. GRAF (2011): Atlas der mitteleuropäischen Köcherfliegenlarven. – Atlas of Central European Trichoptera Larvae. – Erik Mauch Verlag, Dinkelscherben, 468 S.
- WARINGER, J. & W. GRAF (1997): Atlas der österreichischen Köcherfliegenlarven unter Einschluss der angrenzenden Gebiete. - Facultas-Univ.-Verlag, Wien, 286 S.
- WIBERG-LARSEN, P. (1980): Bestemmelsesnøgle til larver af de danske arter af familien Hydropsychidae (Trichoptera) med noter om arternes udbredelse og Økologie. - Ent. Meddr., Copenhagen, 47: 125-140

DIPTERA:

- DISNEY, R. H. L. (1975): A key to British Dixidae. - Freshwater Biological Association, Sc. P., 31: 78 S.
- FERRARESE, U. (1983): Chironomidi, 3. - Consiglio nazionale delle ricerche. Guide per il riconoscimento delle specie animali delle acque interne italiane, Verona, 26: 67 S.
- FERRARESE, U. (1983): Chironomidi, 1. - Consiglio nazionale delle ricerche. Guide per il riconoscimento delle specie animali delle acque interne italiane, Verona, 12: 97 S.
- NICOLAI, P. (1983): Blefaricaridi. - Consiglio nazionale delle ricerche. Guide per il riconoscimento delle specie animali delle acque interne italiane, Verona, 25: 47 S.

- NOCENTINI, L.: (1985): Chironomidi, 4. - Consiglio nazionale delle ricerche. Guide per il riconoscimento delle specie animali delle acque interne italiane, Verona, 29: 186 S.
- PENNAK, R. (1978): Freshwater Invertebrates of the United States. - New York, 803 S.
- PODZUHN, H. (1967): Gattungsbestimmung von europäischen Simuliiden Larven (Diptera). - Gewässer und Abwässer, Düsseldorf, 44/45: 87-95
- RIVOSECCHI, L. (1984): Ditteri (Diptera). - Consiglio nazionale delle ricerche. Guide per il riconoscimento delle specie animali delle acque interne italiane, Verona, 19: 1-155
- ROSSARO, B. (1982): Chironomidi, 2. - Consiglio nazionale delle ricerche. Guide per il riconoscimento delle specie animali delle acque interne italiane, Verona, 16: 80 S.
- RIVOSECCHI, L. (1984): Ditteri (Diptera). - Consiglio nazionale delle ricerche. Guide per il riconoscimento delle specie animali delle acque interne italiane, Verona, 19: 1-155

BRYOZOA:

- GEIMER, G. & MASSARD, J.A. (1986): Les Bryozoaires du Grand-Duché de Luxembourg et des Régions limitrophes. - Travaux Scientifiques du Musée d'Histoire Naturelle de Luxembourg, 7: 1-188
- MUNDY, S.P. (1980): A key to the British and European Freshwater Bryozoans. - Freshwater Biological Association Scientific Publication No. 41: 1-31
- WIEBACH, S. (1959): Kranzföhler, Tentaculata; Moostierchen, Bryozoa. - Die Tierwelt Mitteleuropas, Leipzig, 1 (Lfg. 8): 1-57

9.2.3 Bestimmungsliteratur Diatomeen

- BARBER, H. G. & E. Y. HAWORTH (1981): a guide to the morphology of the Diatom Frustule. – Freshwater Biological Association, Scientific Publication No. 44, ISBN 0900386428.
- CORING, E. (2005): DIATOM V1 –Bestimmungshilfe zur Untersuchung von Kieselalgenesellschaften in Oberflächengewässern. EcoRing, Hardegsen, ISBN 3-9809922-0-9.
- FOGED, N. (1977): Freshwater Diatoms of Ireland. - J. Cramer Vaduz.
- GERMAIN, H. (1981): Flore des Diatomées (Diamophyceés) eaux douces et saumâtres du Massif Armoricaïn et des contrées voisines d'Europe occidentale, Boubeé, Paris.
- HOFMANN, G., WERUM, M. & H. LANGE-BERTALOT (2011): Diatomeen im Süßwasser-Benthos von Mitteleuropa. – Bestimmungsfloa Kieselalgen für die ökologische Praxis; Über 700 der häufigsten Arten und ihre Ökologie. A.R.G. Gantner Verlag K.G. ISBN 978-3-906166-92-6.
- HUBER-PESTALOZZI, G. (1942): Das Phytoplankton des Süßwassers, Band XVI, Teil 2, 2. Hälfte, 2. unveränderter Nachdruck 1975. – E. Schweizerbart'sche Verlagsbuchhandlung, ISBN 3 510 40018 6.
- HÜRLIMANN, J. (1991): Morphologische und ökologische Charakterisierung von Sippen um den *Fragilaria capucina*-Komplex sensu Lange-Bertalot 1980. – Diatom Research Volume 6 (1), S. 21-47.
- HUSTEDT, F. (1914): Bacillariales aus den Sudeten und einigen benachbarten Gebieten des Odertales. –E. Schweizerbart'sche Verlagsbuchhandlung.
- HUSTEDT, F. (1927-1966): Die Kieselalgen Deutschlands, Österreichs und der Schweiz mit Berücksichtigung der übrigen Länder Europas sowie der angrenzenden Meeresgebiete. – Rabenhorst Kryptogamenflora Band VII. Teil 1-3. Leipzig-
- KALBE, L. (1980): Kieselalgen in Binnengewässern, 2. Auflage. – A. Ziemsen Verlag, Lizenznummer 251-510/28/80, LSV 1355.
- KLEE, R. & C. STEINBERG (1987): Kieselalgen bayerischer Gewässer. – Informationsberichte Bayer. Landesamt für Wasserwirtschaft 4/87, Loseblattsammlung, München.ISSN 0176-4217.
- KRAMMER, K. & H. LANGE-BERTALOT (1997-2013): Bacillariophyceae, Teil 1-5, in: ETTL, H., J. GERLOFF, H. HEYNING & D. MOLLENHAUER (Hrsg.): Süßwasserflora Mitteleuropa Band 2/1-2/5, Gustav Fischer Verlag Stuttgart New York.
- KRAMMER, K. (1997): Die cymbelloiden Diatomeen, Teil 1. Allgemeines und Encyonema Part. – Bibliotheca Diatomologica Bd. 36, J.Cramer, Berlin & Stuttgart. ISBN 3-443-57027-5.
- KRAMMER, K. (1997): Die cymbelloiden Diatomeen, Teil 2. Encyonema Part., Encyonopsis und Cymbellopsis. – Bibliotheca Diatomologica Bd. 37, J.Cramer, Berlin & Stuttgart.
- KRAMMER, K. (2000): The Genus *Pinnularia*. In: Lange-Bertalot, H. (Hrsg.): Diatoms of Europe Volume 1, Gantner Verlag, Ruggell. ISBN 3-904144-24-3.

- KRAMMER, K. (2002): *Cymbella*. In: Lange-Bertalot, H. (Hrsg.): *Diatoms of Europe Volume 3*, Gantner Verlag, Ruggell. ISBN 3-904144-84-7.
- KRAMMER, K. (2003): *Cymbopleura*, *Delicata*, *Navicymbula*, *Gomphocymbellopsis*, *Afrocymbella*. In: Lange-Bertalot, H. (Hrsg.): *Diatoms of Europe Volume 4*, Gantner Verlag, Ruggell. ISBN 3-904144-99-5.
- LANGE-BERTALOT, H. & D. METZELTIN (1996): Indicators of Oligotrophy – 800 taxa representative of three ecologically distinct lake types – Carbonate buffered-Oligodystrophic-Weakly buffered soft water. – *Iconographia Diatomologica Volume 2*, Koeltz Scientific Books. ISBN 3-87429-386-6.
- LANGE-BERTALOT, H. & G. MOSER (1994): *Brachysira* – Monographie der Gattung. – *Bibliotheca Diatomologica Band 29*, J. Cramer, Berlin & Stuttgart. ISBN 3-443-57020-8.
- LANGE-BERTALOT, H. & K. KRAMMER (1989): *Achnanthes* eine Monographie der Gattung mit Definition der Gattung *Cocconeis* und Nachträgen zu den *Naviculaceae*. – *Bibliotheca Diatomologica Band 18*, J. Cramer, Berlin & Stuttgart. ISBN 3-443-57009-7.
- LANGE-BERTALOT, H. & M. RUPPEL (1980): Zur Revision taxonomisch problematischer, ökologisch jedoch wichtiger Sippen der Gattung *Achnanthes* BORY. – *Archiv für Hydrobiologie, Suppl.-Bd. 60*: 1-31. E. Schweizerbart'sche Verlagsbuchhandlung.
- LANGE-BERTALOT, H. & R. SIMONSEN (1978): A Taxonomic Revision of the *Nitzschia lanceolatae* Grunow, 2. European and Related Extra-European Fresh Water and Brackish Water Taxa. *International Journal for Diatom Research, Volume 1*, R. Simonsen, Bremerhaven.
- LANGE-BERTALOT, H. (1976): Eine Revision zur Taxonomie der *Nitzschia lanceolatae* Grunow - Die "klassischen" bis 1930 beschriebenen Süßwasserarten Europas. – Sonderdruck aus *Nova Hedwigia XXVIII*, J. Cramer Berlin & Stuttgart.
- LANGE-BERTALOT, H. (1989): Können *Staurosirella*, *Punctastriata* und weitere Taxa sensu Williams & Round als Gattungen der *Fragillariaceae* kritischer Prüfung standhalten?. – *Nova Hedwigia 49*: 1-2, 79-106, J. Cramer Berlin & Stuttgart.
- LANGE-BERTALOT, H. (1991): Zur Systematik und Ökologie charakteristischer *Eunotia*-Arten (*Bacillariophyceae* in elektrolytarmen Bachoberläufen. – *Nova Hedwigia 53*: 1-2, 171-213, J. Cramer Berlin & Stuttgart.
- LANGE-BERTALOT, H. (2001): *Navicula sensu stricto* – 10 Genera separated from *Navicula sensu lato* – *Frustulia*. In: Lange-Bertalot, H. (Hrsg.): *Diatoms of Europe Volume 2*, Gantner Verlag, Ruggell. ISBN 3-904144-78-2.
- PANKOW, H. (1976): *Algenflora der Ostsee, II. Plankton (einschl. Benthischer Kieselalgen)*, Gustav Fischer Verlag Jena, Lizenznummer 261 700/142/76, LSV 1354.
- PANKOW, H. (1990): *Ostsee-Algenflora*, Gustav Fischer Verlag Jena, ISBN 3-334-00312-4.
- PATRICK, R. & C.W. REIMER (1966): *The Diatoms of the United States Exclusive of Alaska and Hawaii, Volume 1*. -Monographs of the Academy of Natural Sciences of Philadelphia.
- PRYGIEL, J. & M. COSTE (2000): *Guide Méthodologique pour la mise en oeuvre de l'Indice Biologique Diatomées NF T 90-354*.- AEAP/Cemagref.
- REICHARDT, E. (1984): *Die Diatomeen der Altmühl (Beiträge zur Diatomeenflora der Altmühl 2)*. – *Bibliotheca Diatomologica Band 6*, J. Cramer, Vaduz. ISBN 3-7682-1411-7.
- REICHARDT, E. (1991): Taxonomische Revision des Artenkomplexes um *Gomphonema angustum* – *G. dichotomum* – *G. intricatum* – *G. vibrio* und ähnliche Taxa (*Bacillariophyceae*). – *Nova Hedwigia 53*: 3-4, 519-544, J. Cramer Berlin & Stuttgart.
- REICHARDT, E. (1997): Taxonomische Revision des Artenkomplexes um *Gomphonema pumilum* (*Bacillariophyceae*). – *Nova Hedwigia 65*: 1-4, 99-129, J. Cramer Berlin & Stuttgart.
- REICHARDT, E. (1999): Zur Revision der Gattung *Gomphonema* – *Iconographia Diatomologica Volume 8*, A.R.G. Gantner Verlag, Ruggell. ISBN 3-904144-15-4.
- REICHARDT, E. (2001): Revision der Arten um *Gomphonema truncatum* und *G. capitatum* (*Bacillariophyceae*). In: Jahn, R. J. P. Kociolek, A. Witkowski & P Compère (eds): *Lange-Bertalot-Festschrift: 187-224*. Gantner, Ruggell. –ISBN 3- 904144-26-X..
- WITKOWSKI, A., LANGE-BERTALOT, H. & D. METZELTIN (2000): *Diatom Flora of Marine Coasts I*, A.R.G. Gantner Verlag K.G., ISBN 3-904144-10-3.

9.2.4 Bestimmungsliteratur Makrophyten

- CASPER, S. J. & KRAUSCH, H.-D. (1980): Pteridophyta und Anthophyta. 1. Teil. – in: Ettl, H., Gerloff, J. & Heynig, H. (Hrsg.): Süßwasserflora von Mitteleuropa. Band 23: 1-403. Stuttgart, New York: Gustav Fischer Verlag.
- CASPER, S. J. & KRAUSCH, H.-D. (1980): Pteridophyta und Anthophyta. 2. Teil. – in: Ettl, H., Gerloff, J. & Heynig, H. (Hrsg.): Süßwasserflora von Mitteleuropa. Band 24: 404-942. Stuttgart, New York: Gustav Fischer Verlag.
- FRAHM, J.-P. & FREY, W. (1987): Moosflora.- 2., überarbeitete Auflage. 525 S. Uni-Taschenbücher 1250. Stuttgart: Eugen Ulmer Verlag.
- FRAHM, J.-P. (1998): Moose als Bioindikatoren. – 187 S. Wiesbaden: Quelle & Meyer.
- KLEINSTEUBER, A. (1998): *Potamogetonaceae* und *Zannichelliaceae*. – in: Sebald, O., Seybold, S., Philippi, G. & Wörz, A. (Hrsg.): Die Farn- und Blütenpflanzen Baden-Württembergs. Band 7: Spezieller Teil (Spermatophyta, Unterklasse Alismatidae, Liliidae Teil 1, Comelinidae Teil 1) Butomaceae bis Poaceae. 595 S. Stuttgart: Eugen Ulmer Verlag.
- LANDOLT, E. (1986): The family of *Lemnaceae* – a monographic study. Volume 1 – in: Biosystematic investigations in the family of duckweeds (*Lemnaceae*) (Vol. 2). Veröffentlichungen des Geobotanischen Instituts der ETH, Stiftung Rübel, Zürich, 71. Heft. 566 S. Zürich.
- NEBEL, M. & PHILIPPI, G. (Hrsg.)(2000): Die Moose Baden Württembergs. Teil 1: Allgemeiner Teil. Spezieller Teil (Bryophytina I, Andreaeales bis Funariales). – 512 S. Stuttgart: Eugen Ulmer Verlag.
- NEBEL, M. & PHILIPPI, G. (Hrsg.)(2001): Die Moose Baden Württembergs. Teil 2: Spezieller Teil (Bryophytina II, Schistostegales bis Hypnobryales). – 529 S. Stuttgart: Eugen Ulmer Verlag.
- NEBEL, M. & PHILIPPI, G. (Hrsg.)(2005): Die Moose Baden Württembergs. Teil 3: Spezieller Teil (Bryophyta: Sphagnopsida, Marchantiophyta, Anthocerotophyta). – 487 S. Stuttgart: Eugen Ulmer Verlag.
- PATON, J. A. (1999): The Liverwort Flora of the British Isles. – 626 pp. Colchester: Harley Books.
- PRESTON, C. D. (1995): Pondweeds of Great Britain and Ireland. – BSBI-Handbook, No. 8. 352 pp. London: Botanical Society of the British Isles.
- ROTHMALER, W. (Bgr.)(2005): Exkursionsflora von Deutschland. Band 4: Gefäßpflanzen: Kritischer Band. – 10., bearbeitete Auflage. 980 S. Heidelberg: Elsevier-Verlag.
- SMITH, A. J. E. (1978): The Moss Flora of Britain and Ireland. – 706 pp. Reprinted 1996. Cambridge: Cambridge University Press.
- STACE, C. (1997): New Flora of the British Isles. – Second Edition. 1130pp. Cambridge: Cambridge University Press.
- STARMACH, K. (1977): Phaeophyta – Brunatnice, Rhodophyta – Kranorosty. With Keys for the Identification of Freshwater Brown- and Red-Algae mentioned in the Volume.– Flora Slodkowodna Polski, Tom 14. 444 S. + Anhänge. Warschau, Krakau: Polska Akademia Nauk, Instytut Botaniki.
- VAN DE WEYER, K.(1997): Untersuchungen zur Biologie und Ökologie von *Potamogeton polygonifolius* Pourr. Im Niederrheinischen Tiefland. – Dissertationes Botanicae, Band 278. 178 S. Berlin, Stuttgart: J. Cramer in der Gebrüder Borntraeger Verlagsbuchhandlung.
- VAN DER MEIJDEN, R. (1990): Heukel's Flora van Nederland. – Eenentwintigste druk. 662 S. Groningen: Wolters-Noordhoff.
- WEBER, H.-E. (1995): Flora von Südwest-Niedersachsen und dem benachbarten Westfalen. – 770 S. Osnabrück: Th. Wenner.
- WIRTH, V. (1995): Die Flechten Baden-Württembergs. Teil 1. – 2. Auflage: 1-528. Stuttgart: Ulmer-Verlag.
- Nomenklatorische Referenz:**
- WISSKIRCHEN, R. & HAEUPLER, H. (1998): Standardliste der Farn- und Blütenpflanzen Deutschlands. – herausgegeben vom Bundesamt für Naturschutz. 765 S. Stuttgart: Eugen Ulmer Verlag.
- KOPERSKI, M., SAUER, M., BRAUN, W. & GRADSTEIN, S.R. (2000): Referenzliste der Moose Deutschlands.- Schr.-R. f. Vegetationskde. 34. 519 S. Bonn: Bundesamt für Naturschutz (Hrsg.).