

# Bericht zum Untersuchungsauftrag

## Hartsalzwerk Siegfried-Giesen Limnologisches Monitoring der Innerste

im Auftrag der K+S Minerals and Agriculture GmbH



*Bearbeitung:*



Dr. Eckhard Coring

Dr. Jürgen Bätke

Dipl.-BIOL. Corinna Kraft

Dipl.-BIOL. Jürgen Rommelmann

Dipl.-ING. Henning Kleinfeldt

M.Sc. Arved Otte

Hardeggen/Uslar

September 2024



<b>Inhalt</b>	<b>Seite</b>
<b>1 BIOLOGISCH-ÖKOLOGISCHE UNTERSUCHUNGEN DER INNERSTE IM BEREICH DES HARTSALZWERKS SIEGFRIED-GIESEN.....</b>	<b>1</b>
1.1 Anlass und Aufgabenstellung .....	1
1.2 Probestellen und Untersuchungszeitraum.....	3
<b>2 UNTERSUCHUNGSMETHODEN .....</b>	<b>5</b>
2.1 Chemisch-physikalische Parameter.....	5
2.2 Makrozoobenthos .....	5
2.3 Fische .....	7
2.4 Diatomeen .....	7
2.4.1 Auswertung der Diatomeendaten .....	8
2.4.2 Zusätzliche Bewertungsmetrics .....	9
2.5 Untersuchungsmethode Makrophyten .....	12
2.6 Untersuchungsmethode Phytobenthos ohne Diatomeen .....	12
<b>3 ERGEBNISSE UND AUSWERTUNG .....</b>	<b>14</b>
3.1 Kontinuierliche Leitfähigkeitsmessungen.....	14
3.2 Biologische Untersuchungen .....	16
3.2.1 Probestelle 1, Bahnbrücke Ahrbergen, oberhalb Einleitung .....	19
3.2.1.1 Ergebnisse Makrozoobenthos .....	20
3.2.1.2 Bewertung Makrozoobenthos .....	27
3.2.1.3 Ergebnisse Diatomeen .....	31
3.2.1.4 Bewertung Diatomeen .....	39
3.2.1.5 Ergebnisse und Bewertung Phytobenthos ohne Diatomeen (POD) .....	43
3.2.1.6 Ergebnisse und Bewertung Makrophyten .....	44
3.2.2 Probestelle 2, „Friedhof Ahrbergen“.....	45
3.2.2.1 Ergebnisse Makrozoobenthos .....	46
3.2.2.2 Bewertung Makrozoobenthos .....	53
3.2.2.3 Ergebnisse Diatomeen .....	58
3.2.2.4 Bewertung Diatomeen .....	66
3.2.2.5 Ergebnisse und Bewertung Phytobenthos ohne Diatomeen (PoD) .....	69
3.2.2.6 Ergebnisse und Bewertung Makrophyten .....	70
3.2.3 Probestelle 3 unterhalb Wehr Sarstedt .....	72
3.2.3.1 Ergebnisse Makrozoobenthos .....	73

3.2.3.2	Bewertung Makrozoobenthos .....	77
3.2.3.3	Ergebnisse Diatomeen .....	79
3.2.3.4	Bewertung Diatomeen .....	84
3.2.4	Ergebnisse der Elektrofischung .....	86
3.2.4.1	Gesamtartenspektrum .....	88
3.2.4.2	Verletzungen und Krankheiten .....	90
3.2.4.3	Vergleich der Daten von 2016, 2019 und 2022 und ökologische Bewertung.....	91
<b>3.3</b>	<b>Ähnlichkeitsanalysen auf der Basis des Makrozoobenthos .....</b>	<b>94</b>
<b>4</b>	<b>ZUSAMMENFASSENDE BETRACHTUNG DER ERGEBNISSE.....</b>	<b>100</b>
<b>5</b>	<b>PROGNOSE DER BIOZÖNOTISCHEN ENTWICKLUNG DER INNERSTE .....</b>	<b>104</b>
5.1	Allgemeine Vorgehensweise im Rahmen der Entwicklungsprognose .....	104
5.2	Ergebnisse des Flussgebietsmodells .....	106
5.3	Prognostizierte Entwicklung der Fischfauna .....	108
5.4	Prognostizierte Entwicklung des Makrozoobenthos .....	i
5.5	Entwicklung der floristische Qualitätskomponenten .....	vi
<b>6</b>	<b>FAZIT .....</b>	<b>IX</b>
<b>7</b>	<b>LITERATUR .....</b>	<b>XI</b>
7.1	Allgemeine Literatur .....	xi
7.2	Bestimmungsliteratur Makrozoobenthos .....	xii
7.3	Bestimmungsliteratur Diatomeen.....	xvi
7.4	Bestimmungsliteratur Makrophyten.....	xvii

# 1 Biologisch-ökologische Untersuchungen der Innerste im Bereich des Hartsalzwerks Siegfried-Giesen

## 1.1 Anlass und Aufgabenstellung

Das ehemalige Bergwerk Siegfried-Giesen liegt ca. 25 km südlich von Hannover und ca. 10 km nördlich von Hildesheim. Die Produktion wurde Ende der 1980er Jahre eingestellt und die übertägigen Produktionsanlagen weitgehend zurückgebaut. Unmittelbar am Standort Siegfried-Giesen befindet sich eine Althalde, von der niederschlagsbedingt salzhaltige Abwässer anfallen, die in die Innerste eingeleitet wurden. Für diese Einleitung lag eine bis zum 31.12.2023 befristete wasserrechtliche Erlaubnis vor (Bergamt Hannover, 26.06.1995, W 5021-3.62-II-12/94 VII-K.). Erlaubnisinhaber war die K+S Kali GmbH Werk Siegfried-Giesen, deren Rechtsnachfolger die Minerals and Agriculture GmbH ist. Die bisherige Genehmigung umfasste die Einleitung salzhaltiger Halden- und Schachtwässer, nicht verunreinigter Kühlwässer sowie salzhaltigen Niederschlagswassers. Der Chloridgehalt an der unterhalb der Einleitstelle gelegenen Messstelle bei Sarstedt durfte 400 mg/l nicht überschreiten. Innerhalb von 24 Stunden sollte die Schwankungsbreite im Gewässer nicht mehr als +/-200 mg/l Chlorid betragen. Im Betrieb war eine maximale Konzentration von 350 mg/l Chlorid als Immissionswert in der Innerste anzustreben.

Seit dem Auslaufen der wasserrechtlichen Genehmigung am 31.12.2023 erfolgt keine Einleitung salzhaltiger Wässer in die Innerste durch die K+S Minerals and Agriculture GmbH.

Im Zuge der Neubeantragung einer wasserrechtlichen Erlaubnis für die Einleitung von Haldenwässern beantragt die K+S Minerals and Agriculture GmbH nachfolgende Kenngrößen:

Max. Salzabwasseranfall [m³/a] / [m³/d]	Überwachungswert an der Kontrollstelle [mg/l]			
	Chlorid mg/l	Kalium mg/l	Magnesium mg/l	Sulfat (mg/l)
115.000 / 4.800	300 (max. Konzentration)	20 (als 90 Perzentilwert)	35 (als 90 Perzentilwert)	200

Aus den beantragten Kenngrößen wird in Verbindung mit den vom Auftraggeber zur Verfügung gestellten Mischrechnungen und Langzeitsimulationen deutlich, dass eine Mehrbelastung der Innerste mit salzhaltigen Wässern gegenüber dem Zustand bis zum 31.12.2023 ausgeschlossen ist. Infolge der angestrebten Salzlaststeuerung bleiben viele statistische Kenngrößen für die Parameter Chlorid, Kalium und Magnesium weitgehend unverändert. Weiterhin ist ein Rückgang in den Belastungsspitzen anzumerken.

Das in den Jahren 2015-2024 durchgeführte Monitoring umfasst die jährliche Untersuchung der biologischen Güteparameter der wirbellosen Bodenfauna (Makrozoobenthos) und der benthischen Kieselalgen (Diatomeen), sowie die kontinuierliche Messung der elektrischen Leitfähigkeit, die mit zwei in der Innerste positionierten Datenloggern ober- sowie unterhalb der Salzeinleitung erfolgte. Zusätzlich wurden in Jahren 2016, 2019 und 2022 die übrigen benthischen Algengesellschaften (PoD: Phytobenthos ohne Diatomeen), die aquatischen Wasserpflanzen (Makrophyten) sowie die Ichthyozönose (Fische) erfasst.

Maßgebend für den Zeitpunkt der biologischen Untersuchung, für die Methodik und die Bewertung waren die jeweiligen aktuellen und ausführlichen Handlungsanweisungen bzw. Verfahrensanleitungen der jeweiligen relevanten Verfahren gemäß Oberflächengewässerverordnung (OGewV 2016) inklusive der jeweils aktuellen Software zur Auswertung.

## 1.2 Probestellen und Untersuchungszeitraum

Die Innerste ist ein 99,7 km langer, zum Flussgebiet Weser gehörender, rechter Nebenfluss der Leine. Sie entspringt im Oberharz nahe Clausthal-Zellerfeld, durchfließt in ihrem weiteren Verlauf Teile des Weser-Leine Berglandes und der Börde und mündet bei Ruthe in die Leine.

Das Gewässer ist entsprechend der Angaben des NLWKN fließgewässertypologisch im Bereich der Probestellen den sand- und lehmgeprägten Tieflandflüssen (LAWA-Typ 15) zuzuordnen.

Die Morphologie dieses Typs ist 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 Hildesheim und der Mündung in die Leine (Wasserkörper 20001) ist deutlich anthropogen überformt und wurde als erheblich veränderter Wasserkörper (HMWB, *Heavily Modified Waterbody*) ausgewiesen. Als Ausweisungsgrund ist hierfür Urbanisierung und Hochwasserschutz mit Vorland angegeben (BmV).<sup>1</sup> Im Gegensatz zu natürlichen Wasserkörpern, für welche die EG-WRRL den guten ökologischen Zustand als Zielvorgabe nennt, gelten für erheblich veränderte Wasserkörper insbesondere im Hinblick auf die Gewässerstrukturgüte 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, sodass im vorliegenden Bericht in der Regel ersatzweise die Bewertungsverfahren für natürliche Gewässer und die Klassifikationen des ökologischen Zustands verwendet werden. Dies gilt insbesondere für die floristischen Qualitätskomponenten.

Für das Monitoring 2024 wurden auch die seit 2015 bearbeiteten zwei Probestellen weiter genutzt. Die Probestelle 1 „Bahnbrücke Ahrbergen“ liegt unmittelbar oberhalb der Einleitstelle. Etwa 0,9 km unterhalb der Einleitung liegt die Probestelle 2 „Friedhof Ahrbergen“. An allen Probestellen wurde jeweils die rechte und die linke Uferseite getrennt beprobt. Die Untersuchung der Ichthyozönose (Fische) erfolgte an je einer Probestrecke ober- und unterhalb der Einleitstelle.

Die beiden Probestellen unterscheiden sich signifikant hinsichtlich ihrer Hydromorphologie, da die Probestelle 2 „Friedhof Ahrbergen“ bereits im Rückstaubereich des Wehres Sarstedt liegt und insbesondere durch eine deutlich verlangsamte Fließgeschwindigkeit und verstärkten Feinsedimentablagerungen geprägt ist.

---

<sup>1</sup> [http://www.umweltkarten-niedersachsen.de/GlobalNetFX\\_Umweltkarten/](http://www.umweltkarten-niedersachsen.de/GlobalNetFX_Umweltkarten/)

Zusätzlich zu diesen zwei Probestellen wurde im Jahr 2023 eine weitere Probestelle unterhalb des Wehres Sarstedt im Hauptschlauch der Innerste linksseitig eingerichtet und analog zu den übrigen Probestellen hinsichtlich des Makrozoobenthos sowie der Diatomeen bearbeitet. Diese beiden biologischen Qualitätskomponenten sind als besonders sensitiv zu bezeichnen. Die neu eingerichtete Probestelle unterhalb des Wehres Sarstedt ähnelt hinsichtlich ihrer hydromorphologischen Ausprägung sowie ihres Fließverhaltens der Probestelle 1 „Bahnbrücke Ahrbergen“.

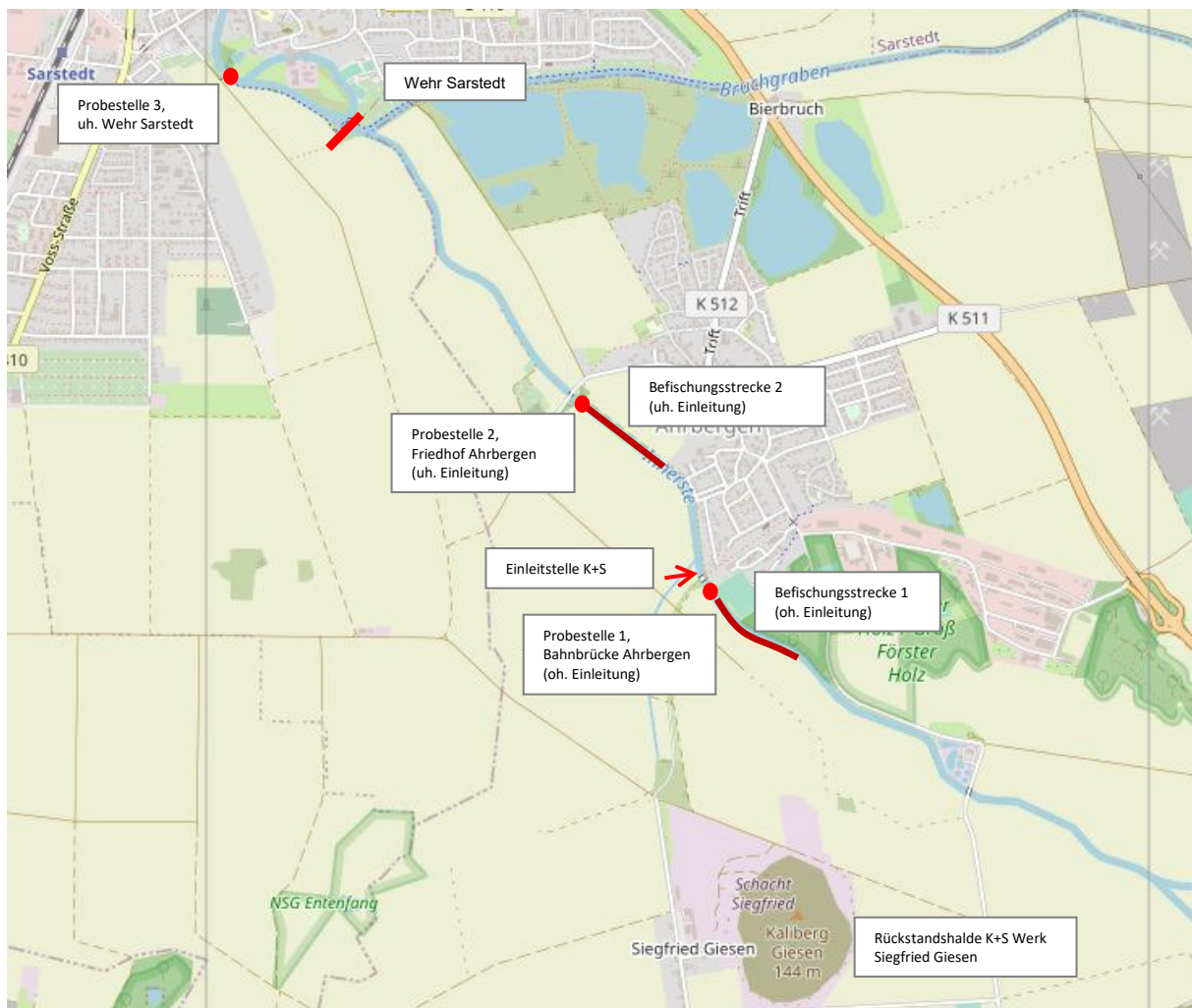


Abbildung 1.1 Lage der Probestellen und Befischungsstrecken in der Innerste

Die Felderhebungen des Makrozoobenthos werden im Routinemonitoring einmal jährlich, die der Diatomeenflora zweimal jährlich durchgeführt. Die Untersuchungen der benthischen Algen (PoD) fanden im Jahr 2016 sowie im Monitoringjahr 2022 statt. Die Makrophyten wurden in den Monitoringjahren 2016, 2019 und ebenfalls im Monitoringjahr 2022 untersucht. Die Elektrobefischungen wurden von einem vereidigten Sachverständigen für Fischerei (Büro LIMNA, Göttingen, Dipl. Biol. Jürgen Rommelmann) im Jahr 2016, 2019 und 2022 durchgeführt.

Im aktuellen Untersuchungsjahr 2024 wurde das Makrozoobenthos am 07.05.2024 sowie die benthischen Diatomeen am 07.05.2024 und am 16.07.2024 bearbeitet.



Tabelle 1.1 gibt einen Überblick über die Untersuchungszeitpunkte der gesamten Monitoringperiode 2015-2024.

Tabelle 1.1 Probenahmedaten für die Qualitätskomponenten im Monitoringzeitraum 2015-2024.

Jahr	MZB	Diatomeen	MKP	PoD	Fische
2015	04.05.	04.05. 06.08.	-	-	-
2016	14.04.	14.04. 21.09.	21.09.	21.09.	01.10.
2017	21.04.	21.04. 08.08.	-	-	-
2018	25.04.	25.04. 28.08.	-	-	-
2019	03.05.	03.05. 26.07.	29.08.	-	11.09.
2020	22.04.	22.04. 15.09.			
2021	18.03.	18.03. 03.08.			
2022	14.06.	14.06. 12.10.	14.06.	14.06.	19.08.
2023	27.04.	27.04. 20.07.			
2024	07.05.	07.05. 16.07.			

## 2 Untersuchungsmethoden

### 2.1 Chemisch-physikalische Parameter

Zur Analyse der Entwicklung der elektrischen Leitfähigkeit der Innerste wurden im Mai des Jahres 2015 an zwei Standorten Datenlogger installiert und bis zum Zeitpunkt der Berichtsfassung 2024 durchgängig betrieben. Ein Expositionsstandort befindet sich dabei oberhalb, der andere unterhalb der Einleitung der K+S Minerals and Agriculture GmbH. Die Datenlogger messen in zehnminütigen Intervallen mit einer Frequenz von 5 Messwerten je Sekunde.

Zusätzlich wurden begleitend zu den biologischen Untersuchungen vor Ort Messungen mit mobilen Messgeräten durchgeführt. Im Rahmen der Untersuchung des Makrozoobenthos wurden die Temperatur, die elektrische Leitfähigkeit, der pH- Wert, sowie Sauerstoffgehalt und –sättigung gemessen.

Bei den Feldmessungen handelt es sich um stichprobenartige Momentaufnahmen. Diese ermöglichen in der Regel keine objektive Abschätzung von gegebenen Belastungssituationen. Daneben lassen sich im Fall von Extremwerten jedoch wirksame Gütedegradationen zumindest tendenziell indizieren.

### 2.2 Makrozoobenthos

Die Untersuchung des Makrozoobenthos wurde nach den Vorgaben des "Lebensortverfahrens im Rahmen des Multi-Habitat-Samplings für das Makrozoobenthos in

Fließgewässern" auf der Basis der gültigen europäischen Normen und Richtlinien [CEN/TC 230/WG 2/TG 1 N101a (2005)<sup>2</sup>; EN ISO 8689-1<sup>3</sup>; EN ISO 8689-2<sup>4</sup>; EN 25667-1<sup>5</sup>] durchgeführt. Daneben wurden im Rahmen der Probennahmen auch die Beschreibungen des "Handbuches zur Untersuchung und Bewertung von Fließgewässern auf der Basis des Makrozoobenthos vor dem Hintergrund der EG-Wasserrahmenrichtlinie" vom Mai 2006 berücksichtigt.

Das gewonnene Tiermaterial wurde im Labor, soweit möglich, bis zur Art bestimmt. Eine Ausnahme hiervon bilden lediglich die taxonomisch schwierigen 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 Bestimmung notwendige Literatur ist im Kapitel 7.2 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 den elektronischen Werkzeugen zur Umsetzung der europäischen Wasserrahmenrichtlinie (OGEWV 2016) vorgenommen. Zu nennen ist hier das Programm PERLODES in der jeweils aktuellen Version, mit dem die Zuordnung der einzelnen Untersuchungsbereiche zum jeweiligen Teilergebnis der ökologischen Zustands- bzw. Potentialklasse erfolgte. Der betreffende Wasserkörper ist als heavily modified waterbody (HMWB) eingestuft und wird durch das Programm PERLODES auf Basis dieser Einstufung bewertet. Da für die übrigen Qualitätskomponenten aktuell keine gesonderten Bewertungsvorgaben für HMWB Gewässer existieren, erfolgt die PERLODES-Bewertung parallel auch für NWB (natural waterbody), um eine Vergleichbarkeit zu ermöglichen.

---

<sup>2</sup> CEN/TC 230/WG 2/TG 1 N101a (2005): Water quality – Guidance on the selection of sampling methods and devices for benthic macroinvertebrates in freshwaters.

<sup>3</sup> DIN EN ISO 8689-1: Wasserbeschaffenheit - Biologische Klassifizierung von Flüssen - Teil 1: Richtlinie zur Interpretation von biologischen Beschaffenheitsdaten aus Untersuchungen von benthischen Makroinvertebraten in Fließgewässern (ISO 8689-1: 2000), Deutsche Fassung: EN ISO 8689-1 : 2000

<sup>4</sup> DIN EN ISO 8689-2: Wasserbeschaffenheit - Biologische Klassifizierung von Flüssen - Teil 2: Richtlinie zur Darstellung von biologischen Beschaffenheitsdaten aus Untersuchungen von benthischen Makroinvertebraten in Fließgewässern (ISO 8689-2: 2000), Deutsche Fassung: EN ISO 8689-2 : 2000

<sup>5</sup> EN 25667-1, Water quality – Sampling – Part 1: Guidance on the design of sampling programs (ISO 5667-1)

### 2.3 *Fische*

Die Untersuchung der Ichthyozönose (Fische) erfolgte an je einer Probestrecke ober- und unterhalb der Einleitstelle beidseitig auf einer jeweils 250m langen Gewässerstrecke. Die Befischung erfolgte mit einem batteriebetriebenen Elektrofischfanggerät der Marke EFGI 4000 (Hersteller: Spezialelektronik Bretschneider) entsprechend DIN EN 14011 (Probenahme von Fisch mittels Elektrizität, 2003) mit Impulsstrom und 8-poligem Anodenausleger als Bootsbefischung.

Die durch den Fangstrom betäubten bzw. darauf reagierenden Fische wurden mit den Keschern entnommen und in einer Wanne im Boot zwischengehältet. Am Ende der Befischungstrecke wurde der Fang nach Artzugehörigkeit erfasst, die Totallänge auf einem Messbrett in cm bestimmt und protokolliert. Anschließend wurden die Fische in das Gewässer zurückgesetzt. Begleitend zur Befischung wurden die physikochemischen Gewässerparameter Wassertemperatur, pH-Wert, elektrische Leitfähigkeit und Sauerstoffgehalt mit mobilen Messgeräten erfasst.

### 2.4 *Diatomeen*

Die Untersuchung der Diatomeenflora erfolgte in Übereinstimmung mit den einschlägigen und gültigen CEN/ISO/DIN-Normen und Standards (EN 13946, EN 14407) sowie den nach PHYLIB (BAYLFU 2012ff) zur Bewertung des ökologischen Zustands im Sinne der EG-WRRL auf Basis der Teilkomponente „Phytobenthos (Diatomeen)“ formulierten Vorgaben. Dies bezieht sich auf alle durchgeführten Arbeitsschritte, insbesondere die Probenentnahme, 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 unter Verwendung eines Plan-Neofluarobjektivs (100x/1,30) bzw. eines Plan-Apochromaten (63x/1,40) und jeweils angepassten Okularen (10x/16x). Je Präparat wurden mindestens 400 Schalen ausgezählt. Anschließend wurde das Präparat nach weiteren Formen, die bei der Zählung unberücksichtigt blieben, durchmustert.

Eine Auflistung der verwendeten Bestimmungsliteratur befindet sich im Kapitel 7.3 dieses Berichts. Die Taxonomie folgt 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) mit aktuellem Stand zugeordnet. Sie entspricht damit weitgehend der in der schriftlichen Verfahrensanleitung des PHYLIB-Verfahrens (BAYLFU 2012ff) in den Indikatorlisten hinterlegten Nomenklatur. Auch bei den Kieselalgen gelten die in der guten wissenschaftlichen Praxis festgeschriebenen und durch die Beschränkung auf lichtmikroskopische Untersuchungstechniken begründeten Restriktionen hinsichtlich der Bestimmungssicherheit schwie-

riger Taxa. Insbesondere bei kleinschaligen, feinstrukturierten sowie merkmalsarmen Taxa steigt die allgemeine Bestimmungssicherheit mit der Anzahl betrachteter Exemplare je Probe an.

#### 2.4.1 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 in der jeweils gültigen Version durchgeführt.

Da die Kieselalgen eine Teilkomponente innerhalb der Bewertung des ökologischen Zustands von Fließgewässern im Sinne der OGEV (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 Zählhinweise der PHYLIB- Verfahrensanleitung in die Praxis bestehen derzeit große Probleme. 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 der Anweisungen auf Seite 12 der Handlungsanweisung (PHYLIB 2006ff) 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 generelle 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.

**Aufgrund dieser Unklarheiten wurden im Rahmen der Bearbeitung sämtliche Zähllisten und Auswertungen doppelt angefertigt und aufbereitet.** Bei den Zählungen wurden daher generell sämtliche vorhandenen Diatomeenschalen (soweit möglich) bis auf Artniveau bestimmt und quantitativ ausgezählt. Anschließend wurden in einer Fassung des Datensatzes die zentrischen und obligatorisch planktischen Pennales (im Sinne von PHYLIB (BAYLFU 2012ff)) aus den Zähllisten entfernt, während in einer zweiten Fassung alle in den Proben ausgezählten Schalen und Taxa beibehalten wurden. Die Bearbeiter dieses Berichtes 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. Der vollständige Datensatz wurde archiviert.

#### 2.4.2 Zusätzliche Bewertungsmetrics

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

Der Trophie- und Saprobienindex nach ROTT et al. (1997, 1999) wurde 2016 von PFISTER et al. überarbeitet. Innerhalb dieses Berichts werden daher auch die neuen Indizes von 2016 berücksichtigt.

Aus dem Vergleich zwischen den überarbeiteten Indizes nach PFISTER et al. (2016) und den von PHYLIB verwendeten Indizes von 1997 respektive 1999 können zusätzliche Hinweise im Hinblick auf die Plausibilität des Bewertungsergebnisses abgeleitet werden.

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 Nährstoffkonzentrationen besteht eine grundsätzliche Vergleichbarkeit mit dem LAWA-Trophiesystem für natürliche Seen (LAWA 1999).

Allgemein können biologische Indexverfahren mit quantitativer oder halbquantitativer Berücksichtigung der Arten- und Formenzusammensetzung als biozönotisch begrün-

dete 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 Abundanz niederschlagen. Innerhalb eines gewässertypbezogenen Belastungskontinuums können sie daher mit Degradationsstufen gleichgesetzt werden.

Die schematisierte Bewertung des ökologischen Zustandes von Fließgewässern im Sinne der EG-WRRL basiert daher auf der Gegenüberstellung der aktuellen Ergebnisse aus der Trophieklassifizierung (trophischer Ist-Zustand) mit der vom Bearbeiter angenommenen Referenztrophy (anthropogen unbelasteter trophischer Referenzzustand) der jeweiligen Wasserkörper.

Eine Abweichung von der Referenztrophy um eine Trophiestufe ist dabei mit der Degradation des Wasserkörpers vom „sehr guten“ zum „guten“ Zustand gleichzusetzen. Eine Auslenkung von der Referenztrophy 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 Referenztrophy für die untersuchte Gewässerstrecke wurde angenommen, dass sand- und lehmgeprägte Tieflandflüsse (Typ 15) einen eutrophen (eutroph 1) Grundzustand aufweisen.

**Tabelle 2.1 Bewertungsschema zur Feststellung des ökologischen Zustandes im Rahmen der gutachtlichen Bewertung**

	Indizierte Trophiestufe nach trophischen Diatomeenindex				
Referenztrophy	sehr guter Zustand	guter Zustand	mäßiger Zustand	unbefriedigender Zustand	schlechter Zustand
oligotroph	oligotroph (I)	mesotroph (I-II)	eutroph 1 (II)	eutroph 2 (II-III)	polytroph 1, polytroph 2, hypertroph (III, III-IV, IV)
mesotroph	mesotroph (I-II)	eutroph 1 (II)	eutroph 2 (II-III)	polytroph 1 (III)	polytroph 2, hypertroph (III-IV, IV)
eutroph 1	eutroph 1 (II)	eutroph 2 (II-III)	polytroph 1 (III)	polytroph 2 (III-IV)	hypertroph (IV)

Neben einer übergeordneten Bewertung des ökologischen 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 Bewertungen für den ökologischen Zustand 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 Verbesserung des ökologischen Zustandes 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.

## 2.5 Untersuchungsmethode Makrophyten

Die aquatischen Makrophyten wurden entsprechend der methodischen Vorgaben nach BAYLFU (2012ff) erfasst und untersucht. Dazu wurden im Bereich der Probestellen jeweils repräsentative Abschnittslängen ausgewählt und vollständig bearbeitet. Sofern das Gewässer nicht durchwatbar war, erfolgten die Probenahmen vom Ufer unter Zuhilfenahme eines ausziehbaren Rechens. Alle erhobenen Daten wurden vor Ort in ein modifiziertes Feldprotokoll analog zum Verfahren übertragen. Die Häufigkeiten des Makrophytenvorkommens an einer Messstelle wurden nach KOHLER (1978) dokumentiert.

Sofern die Artbestimmung vor Ort nicht durchgeführt werden konnte, wurde jeweils ausreichend Belegmaterial mit in das Labor genommen und dort anschließend unter dem Lichtmikroskop bestimmt. Eine Auflistung der verwendeten Bestimmungsliteratur findet sich am Ende dieses Berichts.

## 2.6 Untersuchungsmethode Phytobenthos ohne Diatomeen

Ziel der Probenahme ist es, ein möglichst realistisches Bild des vorhandenen Algenspektrums des Phytobenthos ohne Diatomeen zu erhalten. Im Sinne des Multi-Habitat-Sampling wurden verschiedene Unterproben von makroskopisch sichtbaren Belägen und Fadenalgen an den zu untersuchenden Messstellen entnommen. Waren submerse Makrophyten oder Wassermoose vorhanden, wurde von diesen eine Quetschprobe entnommen. Die Häufigkeiten des sichtbaren Algenvorkommens an einer Messstelle wurden prozentual abgeschätzt und später bei der mikroskopischen Analyse in die Häufigkeitsklassen von 1 – 5 umgesetzt, siehe Tabelle 2.2.



Die Konservierung der Proben erfolgte mit saurer Lugol'scher Lösung. Die Unterproben jeder Messstelle wurden einer vollständigen mikroskopischen Analyse unterzogen, d. h. auch die Algen in den Häufigkeiten 1 und 2 berücksichtigt.

Es wurden die Taxa bis zum fachlich allgemein anerkannten Bestimmungsniveau determiniert.

Tabelle 2.2 Schätzskala der Häufigkeiten zur Bewertung des PoD (BAYLFU 2012)

Häufigkeits- klasse	Beschreibung
5	Massenhaft, mehr als 1/3 des Bachbettes bedeckend (Deckungsgrad > 33%)
4	Häufig, aber weniger als 1/3 des Bachbettes bedeckend (Deckungsgrad 5-33%)
3	Makroskopisch selten, gerade noch erkennbar (Vermerk im Feldprotokoll: „Einzelfund“ oder „5% Deckungsgrad“) oder mikroskopisch massenhaft
2	mikroskopisch häufig
1	mikroskopisch selten

Für eine gesicherte Bewertung muss laut Verfahrensanleitung folgendes erfüllt sein:

- mindestens fünf Indikatoren müssen an der Messstelle erfasst worden sein
- bei weniger als fünf Indikatoren muss die Summe der quadrierten Häufigkeiten > 16 betragen.

Erst wenn diese Voraussetzungen erfüllt sind, wird vom PHYLIB-Tool eine gesicherte Bewertung ausgegeben.

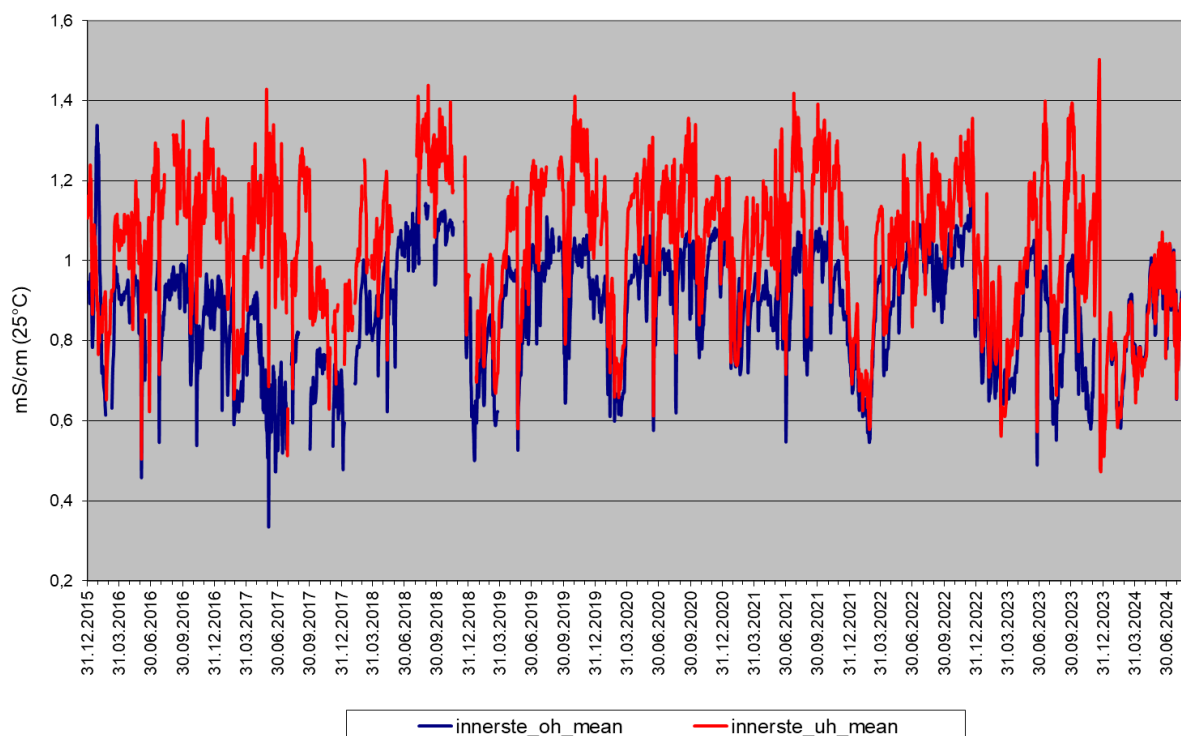
### 3 Ergebnisse und Auswertung

#### 3.1 Kontinuierliche Leitfähigkeitsmessungen

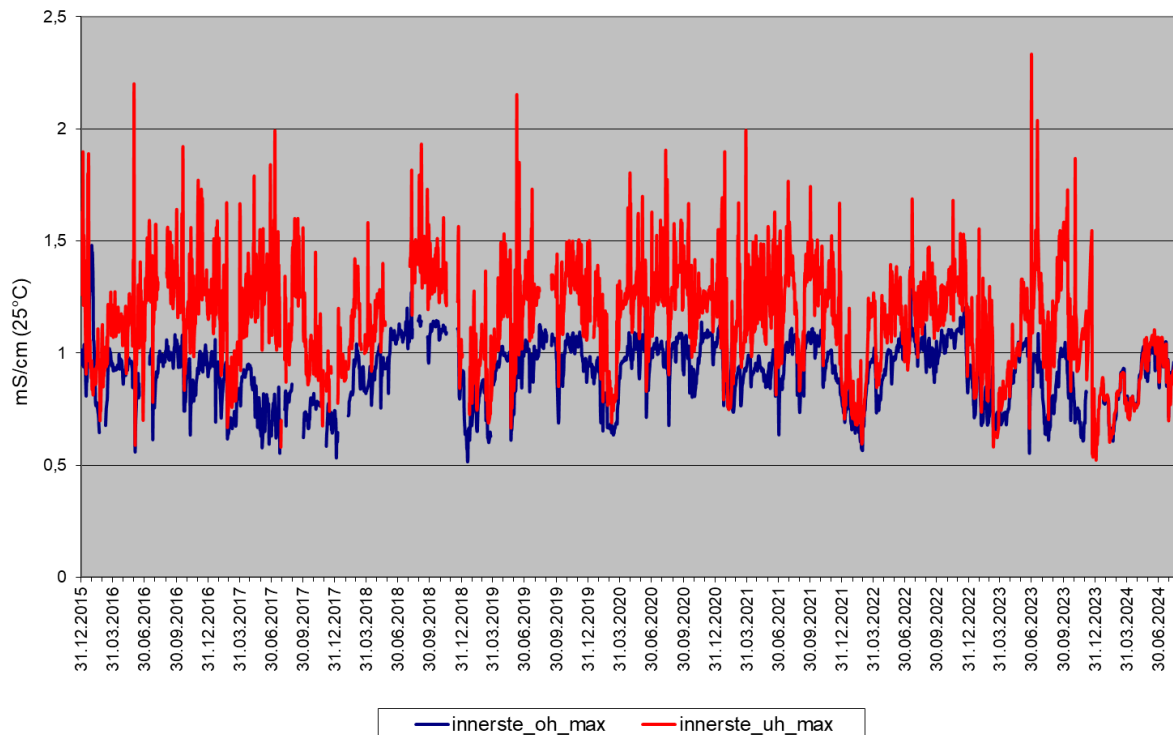
Die Untersuchung der elektrischen Leitfähigkeit der Innerste mittels Datenlogger zeigt zwischen 2015 und Dezember 2023 eine dauerhaft erhöhte Leitfähigkeit unterhalb der Einleitung (Abbildung 3.1), wobei auch die oberhalb der Einleitung gemessenen Leitfähigkeitswerte weitestgehend oberhalb des für sand- und lehmgeprägte Tieflandflüsse gewässertypischen Bereichs (400 – 850  $\mu\text{S}/\text{cm}$ ; POTTGIEßER 2018) liegen.

Zu Beginn der Messungen Ende Mai **2015** kam es zu einer kurzzeitigen Umkehr des Verhältnisses der Leitfähigkeit, die maximal gemessene Leitfähigkeit unterhalb der Salzeinleitung lag zeitweilig unter der maximal gemessenen Leitfähigkeit oberhalb der Einleitung. Bei der ersten Sondenwartung gegen Ende Juni 2015 fiel auf, dass die Sonde unterhalb zu tief angebracht war, sie war von Sediment umgeben und erfasste damit nicht die Leitfähigkeit im Freiwasser. Im Rahmen der Wartung wurde die Sonde im Freiwasser neu justiert.

In einzelnen Monitoringjahren gab es Zeiträume in denen aufgrund von Gerätefehlern keine verwertbaren Messwerte aufgezeichnet wurden. Diese waren zumeist von kurzer Dauer und umfassten maximal 4 Wochen. Lediglich in 2018 fehlen aufgrund eines Diebstahls der unterhalb der Einleitung angebrachten Messsonde die Daten von ca. 10 Wochen (26.05.-03.08.2018).



**Abbildung 3.1 Vergleich der mittleren gemessenen elektrischen Leitfähigkeit (Tageswerte in  $\text{mS}/\text{cm}$ , normiert auf Bezugstemperatur 25 °C) oberhalb und unterhalb der Einleitung für die Monitoringjahre 2015 bis August 2024**



**Abbildung 3.2 Vergleich der maximal gemessenen elektrischen Leitfähigkeit (Tageswerte in mS/cm, normiert auf Bezugstemperatur 25 °C) oberhalb und unterhalb der Einleitung für die Monitoringjahre 2015 bis August 2024**

Zum Zeitpunkt der Bearbeitung dieses Berichtes lagen Messwerte bis zum 24.05.2024 vor. Aufgrund einer Beschädigung des Messgerätes durch Treibgut in Folge eines Hochwasserereignisses fehlen jedoch Messwerte vom Standort oberhalb für den Zeitraum zwischen 06.12.2023 bis 18.01.2024, so dass für diesen Zeitraum kein oberhalb/unterhalb Vergleich möglich ist. Ab dem 18.01.2024 zeigt der Vergleich der vollständig vorliegenden Daten jedoch, dass sich die Werte der elektrischen Leitfähigkeit im oberhalb/unterhalb vollständig angeglichen haben.

Auffallend ist, dass die Messwerte der elektrischen Leitfähigkeit am Standort unterhalb der Einleitstelle Ende Dezember 2023 deutlich zurückgehen. Dieser Rückgang korrespondiert weitgehend mit dem extremen Winterhochwasser 2023. Die Auswertung der Leitfähigkeitsmessungen vom Standort unterhalb der Einleitung zeigt einen deutlichen Rückgang der elektrischen Leitfähigkeit von 1,1 mS/cm auf 0,6 mS/cm.

Im oberhalb/unterhalb Vergleich für das Jahr 2023 zeigen die bis zum Stopp der aktiven Einleitung zur Verfügung stehenden Messwerte einen geringen Anstieg der mittleren Leitfähigkeit unterhalb der Einleitstelle um 0,18 mS/cm. Oberhalb der Einleitung wurden im Mittel 0,80 mS/cm gemessen, während für den Standort unterhalb der Einleitstelle eine mittlere Leitfähigkeit von 0,98 mS/cm erfasst wurde.

Die Einleitungen der K+S Minerals and Agriculture GmbH wurden mit Ablauf der wasserrechtlichen Genehmigung zum 31.12.2023 eingestellt. Die weiteren zur Verfügung stehenden Daten lassen erkennen, dass bis zum Ende des

Auswertungszeitraumes am 23.08.2024 keine wesentlichen Unterschiede im oberhalb/unterhalb Vergleich messbar waren. Sowohl oberhalb als auch unterhalb der ehemaligen Einleitstelle zeigen die Messungen eine mittlere elektrische Leitfähigkeit von 0,84 mS/cm.

### 3.2 *Biologische Untersuchungen*

Nachfolgend sind die Untersuchungsergebnisse für die einzelnen Probestellen wiedergegeben. Dabei werden die Monitoringjahre 2015 bis 2023 in reduzierter Form dargestellt und das aktuelle Untersuchungsjahr 2024 im Hinblick auf die aktuelle Aufgabenstellung auch im Detail betrachtet.

Die Ergebnisse der **Makrozoobenthosuntersuchung** enthält neben den Artenlisten die Auswertungsergebnisse entsprechend der PERLODES-Software zur Bewertung der Gewässerabschnitte im Sinne der EG-WRRL (OGewV 2016). Zur Auswertung wurde die aktuellste Programmversion verwendet. Der betreffende Wasserkörper ist als heavily modified waterbody (HMWB) eingestuft und wird durch PERLODES auf Basis dieser Einstufung bewertet.

Alle Berechnungs- und Bewertungsergebnisse wurden zusätzlich plausibilisiert. Eine zusätzliche Bewertung der einzelnen Untersuchungsbereiche erfolgte unabhängig von dem zu verwendenden Programm durch die Bearbeiter. Hierfür wurden alle verfügbaren abiotischen Daten und Messwerte sowie die Ergebnisse der biologischen Erhebungen verwendet.

In der Handlungsanweisung zur Bewertung des ökologischen Zustandes der Probestellen auf Basis der **Diatomeen** nach OGewV (2016) werden Kriterien bzw. Schwellenwerte vorgegeben, wann Proben zur Bewertung herangezogen werden können. Es wird eine hohe Zahl aerophiler Diatomeen in einer Probe als Ausschlusskriterium benannt. Der Schwellenwert für den Prozentanteil aerophiler Arten beträgt dabei 5%. Dieser Wert im Jahr 2024 in einer Probe überschritten.

Die Bewertung nach PHYLIB (BAYLFU 2012ff) basiert auf der Anwendung und Verschneidung verschiedener Teilmodule. Bewertungsrelevante Teilmodule sind dabei die „Artenzusammensetzung und Abundanz“, „Trophie- und Saprobienindex“, „Versauerungszeiger“ und der „Halobienindex“. Während die beiden erstgenannten Module direkt miteinander verschnitten und verrechnet werden, greifen die Module „Versauerung“ und „Halobienindex“ erst bei Überschreiten definierter Schwellenwerte. Eine Überschreitung dieser Schwellenwerte führt über ein Malussystem zu einer Abstufung der aus den Modulen „Trophieindex“ und „Artenzusammensetzung“ ermittelten ökologischen Zustandsklasse. Der Schwellenwert für das **Teilmodul „Halobienindex“(HI)** wurde in keiner der untersuchten Proben überschritten, das **Teilmodul „Versauerung“** ist im Untersuchungsbereich nicht relevant.

Ergänzend zu den oben genannten bewertungsrelevanten Modulen werden in der Verfahrensanleitung zur Bewertung des ökologischen Zustandes auf der Basis der Diatomeen noch zusätzliche „Metrics“ benannt, die ergänzende Informationen über den Zustand des zu untersuchenden Gewässers liefern sollen. Hierbei handelt es sich um die Metrics

- Häufigkeit planktischer Taxa in Bächen und Flüssen,
- Vorkommen von Arten der Roten Liste und
- autökologische Heterogenität.

**Obligatorische Plankter** waren im gesamten Monitoringzeitraum i.d.R. nur mit geringen Anteilen vertreten. Anteile von über 5% wurden seit 2015 in folgenden Proben erreicht:

Monitoringjahr 2015:

Probestelle unterhalb Einleitung, links; Probenahme Mai

Probestelle unterhalb Einleitung, links; Probenahme August

Probestelle unterhalb Einleitung, zusammengefasste Auswertung; Mai

Monitoringjahr 2019:

Probestelle oberhalb Einleitung, rechts; Probenahme Mai

Monitoringjahr 2021:

Probestelle unterhalb Einleitung, links; Probenahme April

Monitoringjahr 2023:

Probestelle oberhalb Einleitung, links; Probenahme April

Probestelle oberhalb Einleitung, rechts; Probenahme April

Probestelle oberhalb Einleitung, zusammengefasste Auswertung; April

Probestelle unterhalb Einleitung, links; Probenahme April

Probestelle unterhalb Einleitung, zusammengefasste Auswertung; April

Monitoringjahr 2024:

Probestelle oberhalb Einleitung, links; Probenahme Mai

Probestelle unterhalb Einleitung, links; Probenahme Mai

Probestelle oberhalb Einleitung, zusammengefasste Auswertung; Mai

Probestelle unterhalb Einleitung, zusammengefasste Auswertung; Mai

Anteile von >5% lassen unter Umständen auf deutlich wirksame strukturelle Degradation durch Stauhaltung im Bereich der Probestelle bzw. Einschwemmungen aus oberliegenden Staustrecken und/ oder angeschlossenen Stehgewässern schließen. In diesem Zusammenhang sind allerdings saisonale Aspekte sowie Effekte der jeweilig angewandten Probenahmetechnik zu berücksichtigen.

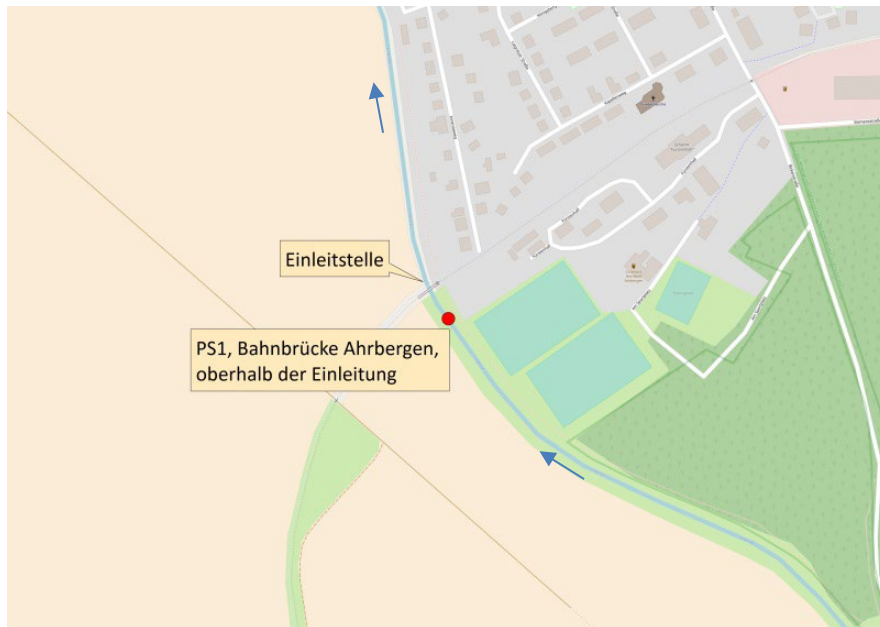
Arten der Roten Liste traten in den Proben nur in geringem Maße auf. Die berechneten Werte für den „**Rote-Liste-Index**“ nach PHYLIB sind daher für Bewertungen oder weitergehende Interpretationen ungeeignet.

Aussagen zur „**Autökologischen Heterogenität**“ der erhobenen Daten können aufgrund der fehlenden Randinformationen zur Beprobung der Gewässer nicht getroffen werden.

Nach BAYLFU (2012ff) legt eine „große Varianz der autökologischen Charakteristika der präsenten Arten (einer Probe) den Verdacht auf räumlich und/oder zeitlich begrenzte Störungen der Gesellschaften“ nahe, die beispielsweise durch saprobielle oder trophische Belastungen oder Versauerungsschübe entstehen können. Es werden aber keine weiteren Kriterien benannt, ab wann eine solche große Varianz vorliegt. Aufgrund der fehlenden Vorgaben und fehlenden Kenntnisse zu potentiellen Störungen in dem Gewässer kann dieser Metric daher nicht verwendet werden. Überdies rät PHYLIB in solchen Fällen lediglich zu einer weiteren Beprobung der betroffenen Gewässerstrecken.

Die Bewertung der **Makrophyten** erfolgte auf Basis eines rhithral geprägten Tieflandflusses mittlerer Größe (Makrophytentyp TRm). In den von der Stauhaltung des Wehres Sarstedt unbeeinflussten Gewässerabschnitten ist die Fließgeschwindigkeit der Innerste hoch, so dass das Gewässer natürlicherweise als rhithral geprägt anzusehen ist.

### 3.2.1 Probestelle 1, Bahnbrücke Ahrbergen, oberhalb Einleitung



Koordinaten:

3559971

5787204

**Abbildung 3.3 Übersicht zur Lage der Probestelle 1 an der Innerste oberhalb der Einleitung des Hartsalzwerks Siegfried-Giesen**



**Abbildung 3.4 Übersichtsfoto Probestelle 1 an der Innerste: Aufwärts**



**Abbildung 3.5 Übersichtsfoto Probestelle 1 an der Innerste: Abwärts**



**Abbildung 3.6 Detailfoto der Probestelle 1 an der Innerste.**

Die Probestelle 1 „Bahnbrücke Ahrbergen“ liegt unmittelbar oberhalb der Einleitung. In diesem Bereich fließt die Innerste mäßig schnell. Mit einer durchschnittlichen Tiefe zwischen 1,5 und 2,0 m ist das Gewässer an dieser Stelle nicht mehr durchwatbar. Die Ufer fallen steil ab. Das Substrat besteht, soweit erkennbar, aus Feinsedimenten, Steinen und Technolithal.



Im Rahmen der Monitoringuntersuchungen zwischen 2015 und 2023 waren die physikalisch-chemischen Gewässerparameter an dieser Probestelle weitgehend unauffällig. Sauerstoffgehalte und pH-Werte bewegten sich i.d.R. in einem Bereich, der für sand- und lehmgeprägte Tieflandflüsse als gewässertypisch zu bezeichnen ist. Die Messwerte der elektrischen Leitfähigkeit lagen hingegen zwischen 850 und 1.050  $\mu\text{S}/\text{cm}$  und somit oberhalb des Bereichs, der von POTTGIEßER (2018) gewässertypisch charakterisiert wird.

Die Messergebnisse aus 2024 decken sich weitgehend mit den Werten der Vorjahre und zeigen eine leicht erhöhte Leitfähigkeit, ansonsten jedoch gewässertypische Werte.

**Tabelle 3.1 Chemisch-physikalische Parameter in der Innerste oberhalb der Einleitung des Hartsalzwerks Siegfried-Giesen (Messstelle Bahnbrücke Ahrbergen) Mai 2024.**

Datum	Ufer	Temp.[°C]	LF [ $\mu\text{S}/\text{cm}$ ]	pH	O <sub>2</sub> [%]	O <sub>2</sub> [mg/l]
07.05.2024	links	14	893	8,1	124,8	12,8
	rechts	14	892	8,1	123,5	12,7

### 3.2.1.1 Ergebnisse Makrozoobenthos

**Tabelle 3.2 Artenliste des Makrozoobenthos an der Probestelle 1 „Bahnbrücke Ahrbergen“ oberhalb der Einleitung in die Innerste für den Zeitraum 2015 bis 2024.**

Angegeben ist jeweils der Mittelwert der linken und rechten Uferseite in Individuen pro 1,25 m<sup>2</sup>

DV-Nr	Taxa	Familie	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024
5013	<i>Hydracarina</i>	<i>Acari</i>	50	55	0	6	175	90	5	21	0	0
1079	<i>Gammarus</i>	<i>Amphipoda</i>	0	0	0	0	0	0	0	2	0	0
1002	<i>Gammarus pulex</i>	<i>Amphipoda</i>	99	35	16	41	22	23	2	11	3	16
112	<i>Elmis</i>	<i>Coleoptera</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2
112	<i>Elmis (Larve)</i>	<i>Coleoptera</i>	0	6	0	0	0	0	1	0	5	10
289	<i>Elmis aenea</i>	<i>Coleoptera</i>	0	6	0	0	0	0	0	0	0	0
79	<i>Elmis maugetii</i>	<i>Coleoptera</i>	6	0	0	0	0	0	0	0	0	0
361	<i>Esolus (Larve)</i>	<i>Coleoptera</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	14
133	<i>Esolus angustatus</i>	<i>Coleoptera</i>	8	0	0	0	0	0	0	0	0	0
187	<i>Esolus parallelepipedus</i>	<i>Coleoptera</i>	0	0	0	0	0	0	1	0	0	4
102	<i>Haliplus</i>	<i>Coleoptera</i>	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0
20537	<i>Haliplus (Haliplus)</i>	<i>Coleoptera</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
102	<i>Haliplus (Larve)</i>	<i>Coleoptera</i>	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0
10062	<i>Hydroporinae (Larve)</i>	<i>Coleoptera</i>	0	0	0	0	3	0	0	0	0	0
204	<i>Laccophilus hyalinus</i>	<i>Coleoptera</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
359	<i>Limnius</i>	<i>Coleoptera</i>	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0
359	<i>Limnius (Larve)</i>	<i>Coleoptera</i>	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0
28	<i>Limnius volckmari</i>	<i>Coleoptera</i>	6	0	0	0	0	0	0	0	0	2
20952	<i>Nebrioporus depressus / elegans</i>	<i>Coleoptera</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0
20154	<i>Nebrioporus depressus elegans</i>	<i>Coleoptera</i>	1	5	6	0	3	5	1	0	0	0
26	<i>Orectochilus villosus</i>	<i>Coleoptera</i>	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0
26	<i>Orectochilus villosus (Larve)</i>	<i>Coleoptera</i>	0	4	0	0	0	3	2	0	1	7
113	<i>Oulimnius (Larve)</i>	<i>Coleoptera</i>	0	0	1	0	0	5	4	8	6	29
17	<i>Oulimnius tuberculatus</i>	<i>Coleoptera</i>	10	9	0	5	13	30	2	6	3	46
21	<i>Platambus maculatus</i>	<i>Coleoptera</i>	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0
40	<i>Stictotarsus duodecimpustulatus</i>	<i>Coleoptera</i>	0	0	0	0	0	0	0	2	0	0



DV-Nr	Taxa	Familie	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024
609	<i>Atrichops crassipes</i>	Diptera - Athericidae	0	2	0	0	0	4	1	0	1	7
20130	<i>Ibisia marginata</i>	Diptera - Athericidae	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0
20965	<i>Ceratopogoninae / Palpomyiinae</i>	Diptera – Ceratopogonidae	4	7	6	10	5	14	3	13	10	12
911	Chironomidae	Diptera - Chironomidae	101	38	41	50	0	31	92	0	0	0
910	Chironomini	Diptera - Chironomidae	3	3	6	66	142	0	7	35	20	8
106	Orthocladiinae	Diptera - Chironomidae	0	0	0	0	29	0	0	0	204	258
604	<i>Prodiamesa olivacea</i>	Diptera - Chironomidae	0	4	7	13	0	0	8	71	4	7
502	Tanytopodinae	Diptera - Chironomidae	20	5	70	0	16	9	16	367	27	57
605	Tanytarsini	Diptera - Chironomidae	0	25	6	3	19	21	14	0	59	21
556	Dolichopodidae	Diptera - Dolichopodidae	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0
20917	Clinocerinae	Diptera - Empididae	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0
599	Hemerodromia	Diptera - Empididae	0	0	0	0	0	1	1	0	4	5
583	Antocha	Diptera - Limoniidae	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2
132	Dicranota	Diptera - Pediciidae	4	0	0	0	0	0	0	0	0	0
121	Psychodidae	Diptera - Psychodidae	0	0	0	0	0	0	1	0	0	1
762	Simulium	Diptera - Simuliidae	11	0	0	0	0	0	1	4	2	12
10191	Simulium (Nevermannia)	Diptera - Simuliidae	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
900	Simulium (Wilhelmia)	Diptera - Simuliidae	0	0	0	0	0	0	0	0	0	4
755	Simulium (Wilhelmia) equinum	Diptera - Simuliidae	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
20033	Simulium ornatum - Gruppe	Diptera - Simuliidae	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2
146	Tipula s. l.	Diptera - Tipulidae	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1
7	Baetis	Ephemeroptera	0	0	0	0	0	0	0	0	0	16
739	Baetis buceratus	Ephemeroptera	66	17	0	0	0	3	0	0	29	0
601	Baetis fuscatus Gruppe	Ephemeroptera	0	0	0	0	0	0	0	0	0	32
277	Baetis lutheri	Ephemeroptera	7	0	0	2	0	0	0	0	0	0
20174	Baetis lutheri - Gruppe	Ephemeroptera	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0
348	Baetis muticus	Ephemeroptera	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0
107	Baetis rhodani	Ephemeroptera	71	9	0	6	0	0	1	0	2	2
278	Baetis vernus	Ephemeroptera	34	0	0	3	2	0	0	0	0	5
847	Caenis luctuosa	Ephemeroptera	6	0	0	0	0	0	0	0	0	0
252	Centroptilum luteolum	Ephemeroptera	22	17	44	48	73	30	17	20	38	3
20929	Leptophlebia submarginata	Ephemeroptera	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0
20	Rhithrogena semicolorata	Ephemeroptera	6	0	0	0	0	0	0	0	0	0
20021	Serratella ignita	Ephemeroptera	0	0	0	0	0	0	0	10	0	4
60	Aphelocheirus aestivalis	Heteroptera	26	0	0	0	0	0	0	0	1	2
10150	Corixidae	Heteroptera	0	0	0	0	0	0	0	40	0	0
10154	Micronecta	Heteroptera	0	12	2	4	42	0	10	0	14	3
145	Sigara	Heteroptera	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0
1000	Erpobdella octoculata	Hirudinea	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0
1008	Helobdella stagnalis	Hirudinea	0	0	0	0	0	0	0	4	0	0
1004	Asellus aquaticus	Isopoda	0	9	5	6	0	0	1	10	3	0
1954	Proasellus	Isopoda	3	0	0	0	2	0	0	0	0	0
1107	Proasellus coxalis	Isopoda	0	9	1	5	0	2	2	0	0	5
248	Sialis lutaria	Megaloptera	0	0	2	3	0	0	0	9	0	1
1005	Ancylus fluviatilis	Mollusca	4	2	0	0	0	0	1	0	1	1
1398	Bithynia leachii leachii	Mollusca	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
1009	Bithynia tentaculata	Mollusca	0	0	1	0	0	2	1	7	2	2
1024	Gyraulus albus	Mollusca	0	0	0	0	0	0	1	0	1	0
1037	Pisidium	Mollusca	0	22	19	6	0	0	3	5	2	3
1982	Pisidium amnicum	Mollusca	0	0	1	0	0	0	0	0	1	1
1409	Radix balthica	Mollusca	0	0	1	0	0	0	0	10	1	0
1115	Sphaerium	Mollusca	31	18	7	0	18	35	2	0	12	3
1012	Sphaerium corneum	Mollusca	0	0	0	0	0	0	0	22	0	0
1963	Stagnicola	Mollusca	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0

DV-Nr	Taxa	Familie	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024
1085	<i>Valvata piscinalis</i>	<i>Mollusca</i>	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0
268	<i>Sisyra</i>	<i>Neuroptera</i>	0	0	0	0	0	0	0	4	1	0
124	<i>Calopteryx splendens</i>	<i>Odonata</i>	7	5	6	2	3	8	3	1	2	2
30	<i>Calopteryx virgo</i>	<i>Odonata</i>	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0
308	<i>Coenagrion</i>	<i>Odonata</i>	0	3	3	0	1	0	0	0	0	0
159	<i>Ischnura elegans</i>	<i>Odonata</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	3	0
101	<i>Platycnemis pennipes</i>	<i>Odonata</i>	0	3	2	4	8	11	3	9	19	3
406	<i>Pyrrhosoma nymphula</i>	<i>Odonata</i>	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0
1356	<i>Aulodrilus pluriset</i>	<i>Oligochaeta</i> (Para- bzw. Polyphyla)	0	6	6	0	0	0	0	1	0	0
1092	<i>Eiseniella tetraedra</i>	<i>Oligochaeta</i> (Para- bzw. Polyphyla)	0	0	0	1	0	1	0	0	1	1
1365	<i>Enchytraeidae</i>	<i>Oligochaeta</i> (Para- bzw. Polyphyla)	3	0	6	0	0	0	1	0	0	3
1110	<i>Limnodrilus</i>	<i>Oligochaeta</i> (Para- bzw. Polyphyla)	3	0	6	0	0	0	2	0	7	0
1093	<i>Limnodrilus hoffmeisteri</i>	<i>Oligochaeta</i> (Para- bzw. Polyphyla)	0	0	6	0	0	0	0	12	4	3
1053	<i>Limnodrilus udekemianus</i>	<i>Oligochaeta</i> (Para- bzw. Polyphyla)	0	0	6	0	0	0	0	0	0	0
1094	<i>Lumbriculus variegatus</i>	<i>Oligochaeta</i> (Para- bzw. Polyphyla)	11	7	3	0	0	9	2	0	0	0
5083	<i>Nais</i>	<i>Oligochaeta</i> (Para- bzw. Polyphyla)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3
1938	<i>Oligochaeta</i>	<i>Oligochaeta</i> (Para- bzw. Polyphyla)	0	0	0	53	0	0	0	0	0	0
1190	<i>Peloscolex ferox</i>	<i>Oligochaeta</i> (Para- bzw. Polyphyla)	0	0	0	0	0	5	0	0	0	0
1191	<i>Potamotheix hammoniensis</i>	<i>Oligochaeta</i> (Para- bzw. Polyphyla)	0	0	24	0	0	7	1	6	0	0
1077	<i>Psammoryctides barbatus</i>	<i>Oligochaeta</i> (Para- bzw. Polyphyla)	5	0	6	0	0	0	0	0	1	0
1357	<i>Spirosperma ferox</i>	<i>Oligochaeta</i> (Para- bzw. Polyphyla)	3	3	3	0	0	0	1	0	0	1
1167	<i>Tubifex</i>	<i>Oligochaeta</i> (Para- bzw. Polyphyla)	0	0	6	0	6	0	1	0	0	0
1194	<i>Tubifex ignotus</i>	<i>Oligochaeta</i> (Para- bzw. Polyphyla)	0	0	0	0	0	0	1	0	4	0
1087	<i>Tubifex tubifex</i>	<i>Oligochaeta</i> (Para- bzw. Polyphyla)	0	16	9	0	0	0	0	0	14	0
1013	<i>Tubificidae</i>	<i>Oligochaeta</i> (Para- bzw. Polyphyla)	0	0	0	0	0	0	2	0	0	0
139	<i>Isoperla</i>	<i>Plecoptera</i>	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0
29	<i>Leuctra</i>	<i>Plecoptera</i>	0	3	0	0	0	2	0	0	0	4
10172	<i>Leuctra geniculata</i>	<i>Plecoptera</i>	18	0	0	0	0	2	0	0	0	15
306	<i>Leuctra nigra</i>	<i>Plecoptera</i>	4	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1088	<i>Ephydatia fluviatilis</i>	<i>Spongillidae</i>	0	0	0	0	0	0	0	0,02	0	0
20959	<i>Agapetinae</i>	<i>Trichoptera</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2
14	<i>Anabolia nervosa</i>	<i>Trichoptera</i>	4	28	14	65	11	8	5	0	2	0
720	<i>Anomalopterygella chauviniana</i>	<i>Trichoptera</i>	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0
999	<i>Athripsodes</i>	<i>Trichoptera</i>	0	0	0	0	0	0	1	0	2	0
210	<i>Athripsodes bilineatus</i>	<i>Trichoptera</i>	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0
211	<i>Athripsodes cinereus</i>	<i>Trichoptera</i>	6	9	0	0	2	1	0	0	0	0
63	<i>Brachycentrus subnubilus</i>	<i>Trichoptera</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	9
487	<i>Ceraclea</i>	<i>Trichoptera</i>	0	0	0	0	0	15	0	0	3	0
724	<i>Ceraclea albimacula</i>	<i>Trichoptera</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	7
793	<i>Ceraclea dissimilis</i>	<i>Trichoptera</i>	0	0	0	0	5	0	0	9	0	54
10196	<i>Ceraclea senilis</i>	<i>Trichoptera</i>	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0
20922	<i>Chaetopterygini / Stenophylacini</i>	<i>Trichoptera</i>	0	0	0	0	0	0	3	0	0	0
42	<i>Chaetopteryx villosa</i>	<i>Trichoptera</i>	4	2	0	0	0	0	0	0	0	0
423	<i>Cheumatopsyche lepida</i>	<i>Trichoptera</i>	8	1	0	0	0	0	1	0	1	2
69	<i>Cyrnus trimaculatus</i>	<i>Trichoptera</i>	0	0	0	4	4	6	5	9	26	16
15	<i>Halesus</i>	<i>Trichoptera</i>	0	0	1	0	0	0	0	0	1	1
194	<i>Halesus radiatus</i>	<i>Trichoptera</i>	0	0	0	2	0	4	0	0	0	0

DV-Nr	Taxa	Familie	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024
877	<i>Hydropsyche contubernalis</i>	Trichoptera	4	0	0	0	0	0	0	0	0	0
115	<i>Hydropsyche pellucidula</i>	Trichoptera	4	3	0	0	0	2	0	0	4	7
848	<i>Hydropsyche siltalai</i>	Trichoptera	29	5	0	0	2	0	0	0	0	3
331	<i>Hydroptila</i>	Trichoptera	29	21	15	0	27	21	4	4	38	152
714	<i>Ithytrichia lamellaris</i>	Trichoptera	0	23	0	0	1	7	6	2	2	30
207	<i>Lepidostoma hirtum</i>	Trichoptera	17	3	0	4	0	0	0	0	0	0
148	<i>Limnephilus</i>	Trichoptera	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0
127	<i>Limnephilus rhombicus</i>	Trichoptera	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0
858	<i>Lype reducta</i>	Trichoptera	4	0	0	0	0	0	0	1	1	0
506	<i>Molanna angustata</i>	Trichoptera	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0
451	<i>Mystacides azurea</i>	Trichoptera	0	0	0	7	7	0	1	1	0	0
453	<i>Neureclipsis bimaculata</i>	Trichoptera	0	0	0	0	0	0	0	0	0	5
622	<i>Oecetis notata</i>	Trichoptera	9	3	0	0	0	7	5	0	3	8
372	<i>Plectrocnemia</i>	Trichoptera	0	0	1	0	0	0	0	0	3	0
144	<i>Plectrocnemia conspersa</i>	Trichoptera	0	5	0	0	0	0	0	0	1	1
12	<i>Polycentropus flavomaculatus</i>	Trichoptera	4	7	0	0	4	6	3	1	0	2
324	<i>Psychomyia pusilla</i>	Trichoptera	6	0	0	0	0	0	1	0	3	53
1946	<i>Dugesia</i>	Turbellaria (Para- bzw. Polyphyla)	0	0	0	0	0	0	0	0	1	2
1011	<i>Dugesia gonocephala</i>	Turbellaria (Para- bzw. Polyphyla)	8	4	0	0	0	0	0	0	0	0
1090	<i>Dugesia lugubris</i>	Turbellaria (Para- bzw. Polyphyla)	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0
1122	<i>Polycelis nigra / tenuis</i>	Turbellaria (Para- bzw. Polyphyla)	3	4	0	0	0	0	0	0	0	0
Anzahl Taxa			53	46	43	29	30	36	50	39	57	69
Summe Individuen			808	484	373	424	647	431	254	778	608	1.004

Die Anzahl nachgewiesener Taxa nahm oberhalb der Einleitung im Untersuchungszeitraum bis 2020 tendenziell ab. Ab 2021 stieg die Anzahl der Taxa und damit die Diversität wieder an. Auch die Abundanz der Individuen hat sich ab 2022 stetig erhöht. Die aktuelle Probe aus dem Mai 2024 erreicht mit 1.004 Individuen und 69 Taxa die höchste Arten- und Individuenzahl. Diese Entwicklung ist jedoch vor allem durch erhöhtes Auftreten der Chironomidae mit 204 Individuen (Unterfamilie: Orthocladiinae) im Jahr 2023 und 258 Individuen in der diesjährigen Probe (2024) bedingt. Innerhalb der Zönose dominieren neben unterschiedlichen Chironomiden zunehmend Arten langsam fließender, nährstoffreicher Gewässer wie *Centropilum luteolum* (Ephemeroptera). Der Anteil an Arten unterschiedlich schnell strömender Bereiche sowie spezialisierter Taxa, die eine große Habitatvielfalt benötigen, ist vor allem in den letzten Jahren stark unterrepräsentiert. Unter den Käfern (Coleoptera) ist die häufigste Art *Oulimnius tuberculatus* (Imago und Larve), der in schlammdurchsetztem Moosrasen lebt und unempfindlich gegen Wasserverschmutzung reagiert (HEBAUER 1992). Die Abundanz der Oligochaeten-Fauna ist tendenziell als gering einzustufen. Nur 2017, 2018 und 2023 konnten über 50 Individuen nachgewiesen werden. Die EPT-Fauna (**E**phemeroptera, **P**lecoptera und **T**richoptera) besteht überwiegend aus anpassungsfähigen und wenig spezialisierten Taxa. Sensiblere Arten nehmen in der Anzahl über den Zeitraum des Monitorings stetig ab. Die Eintagsfliegen (Ephemeroptera) sind mit neun Taxa vertreten, wovon in den Untersuchungsjahren 2020, 2021 und 2022 jeweils nur zwei nachgewiesen wurden. Dies änderte sich in den Un-

tersuchungsjahren 2023 und 2024. So war die *Baetis fuscatus* - Gruppe diesjährig mit 32 Individuen in mittlerer Abundanz vertreten.

Vertreter der Steinfliegen (Plecoptera) traten in diesem Untersuchungsabschnitt der Innerste im gesamten Monitoringzeitraum nur in wenigen Jahren auf. Taxa der Gattungen *Isoperla* sp. und *Leuctra* sp. wurden in 2016 und 2020 in geringer Fundhäufigkeit nachgewiesen. Ab 2021 bis 2023 konnten keine Organismen dieser Gruppe mehr nachgewiesen werden. Diesjährig wurden wieder mehr Steinfliegen (Plecoptera) nachgewiesen. So war die Art *Leuctra geniculata* mit 15 Individuen, sowie weitere 4 Individuen derselben Gattung vertreten.

Innerhalb der Gruppe der Köcherfliegen (Trichoptera) dominiert im gesamten Monitoringzeitraum bis 2018 die Gattung *Hydroptila* sowie die tolerante Art *Anabolia nervosa*. Im aktuellen Untersuchungsjahr dominiert die Art *Ceraclea dissimilis* mit 54 Individuen. Diese Art kommt in langsam fließenden Bächen und Stillgewässern vor und ist tendenziell eine Art des Unterlaufs (SEITZ & WEINZIERL 1990). Insgesamt besteht die Makrozoobenthoszönose nach wie vor hauptsächlich aus toleranten und unempfindlichen Taxa.

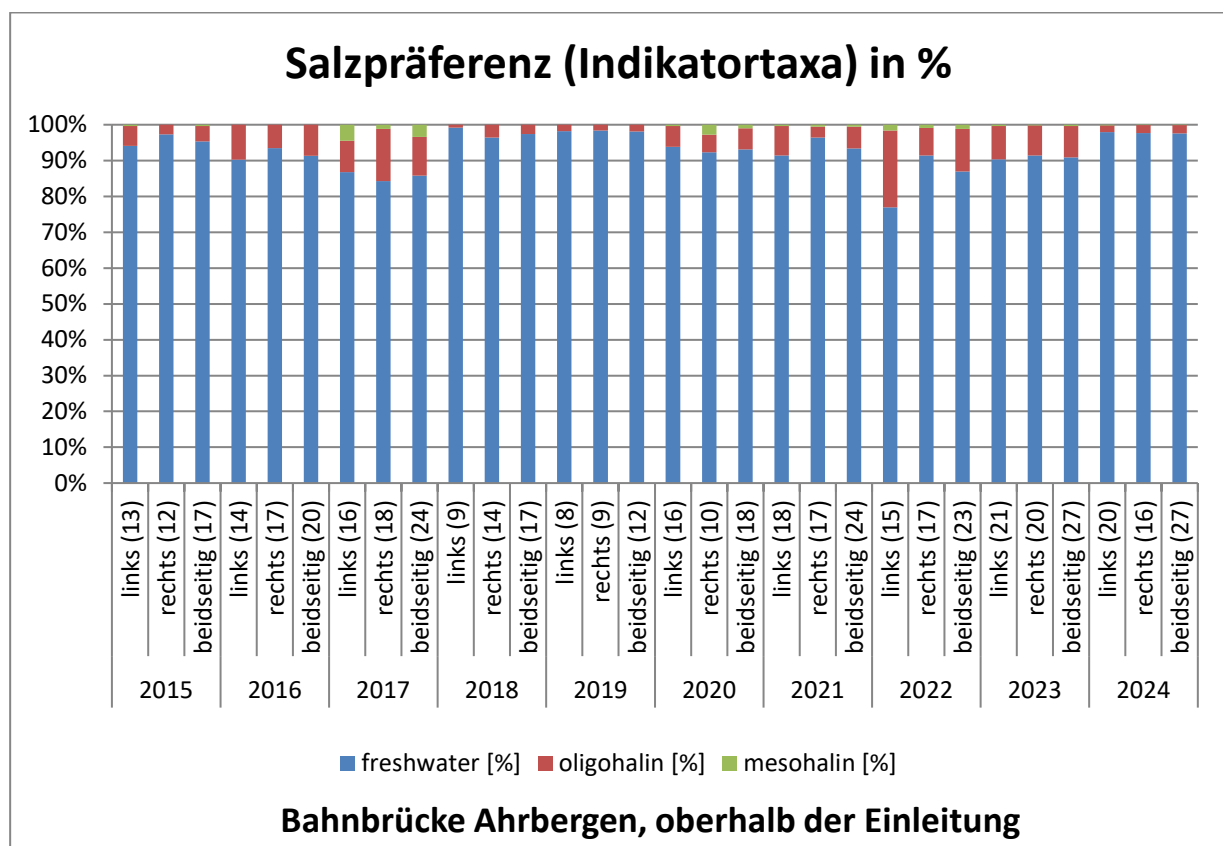
Innerhalb des bisherigen Untersuchungszeitraums von 2015 bis 2024 konnten neun Arten der Roten Liste Deutschlands nachgewiesen werden (Tabelle 3.3). In der Roten Liste Niedersachsen werden insgesamt 26 der hier gefundenen Arten genannt. Im Mai 2024 wurden 15 Taxa der Roten Liste Niedersachsen nachgewiesen, für die jedoch regional unterschiedliche Gefährdungsgrade anzunehmen sind.

**Tabelle 3.3 Arten der Roten Liste Deutschlands und Niedersachsens für das Makrozoobenthos an der Probestelle „Bahnbrücke Ahrbergen“ oberhalb der Einleitung in der Innerste für den Zeitraum 2015 bis 2024.**

Rote Liste Deutschland (RL D) und Rote Liste Niedersachsen (RL Nds.): 0 = Ausgestorben oder verschollen, 1 = Vom Aussterben bedroht, 2 = stark gefährdet, 3 = gefährdet, V = Vorwarnliste, \* = derzeit keine Gefährdung erkennbar. F = Flachland, H = Hügelland. Hellgrün hinterlegt sind die Funde aus dem aktuellen Untersuchungsjahr

DV-Nr.	Taxon	System	RL D	RL NDS	Letzter Fund
133	<i>Esolus angustatus</i>	Coleoptera		H3	2015
187	<i>Esolus parallelepipedus</i>	Coleoptera		F0 H1	2024
28	<i>Limnius volckmari</i>	Coleoptera		F3 H3	2024
26	<i>Orectochilus villosus</i>	Coleoptera		H3	2024
17	<i>Oulimnius tuberculatus</i>	Coleoptera		F3 H3	2024
739	<i>Baetis buceratus</i>	Ephemeroptera	3	F2 H2	2023
277	<i>Baetis lutheri</i>	Ephemeroptera		H2	2018
847	<i>Caenis luctuosa</i>	Ephemeroptera		H3	2015
20	<i>Rhithrogena semicolorata</i>	Ephemeroptera		F2 H3	2015
60	<i>Aphelocheirus aestivalis</i>	Heteroptera	V		2024
1982	<i>Pisidium amnicum</i>	Mollusca	2		2024
124	<i>Calopteryx splendens</i>	Odonata	V	*	2024
30	<i>Calopteryx virgo</i>	Odonata	3	3	2017
159	<i>Ischnura elegans</i>	Odonata		*	2023
101	<i>Platycnemis pennipes</i>	Odonata		*	2024
406	<i>Pyrrhosoma nymphula</i>	Odonata		*	2017
10172	<i>Leuctra geniculata</i>	Plecoptera	3	F0 H1	2024
720	<i>Anomalopterygella chauviniana</i>	Trichoptera		H3	2015
210	<i>Athripsodes bilineatus</i>	Trichoptera		F3 H2	2015
4481	<i>Brachycentrus subnubilus</i>	Trichoptera	3	F3 H0	2024
423	<i>Cheumatopsyche lepida</i>	Trichoptera		H3	2024
714	<i>Ithytrichia lamellaris</i>	Trichoptera	3	F3	2024
207	<i>Lepidostoma hirtum</i>	Trichoptera		H3	2018
506	<i>Molanna angustata</i>	Trichoptera		H0	2017
6122	<i>Neureclipsis bimaculata</i>	Trichoptera		H2	2024
622	<i>Oecetis notata</i>	Trichoptera		F2 H1	2024
324	<i>Psychomyia pusilla</i>	Trichoptera		F2	2024
793	<i>Ceraclea senilis</i>	Trichoptera	3	FV	2022

Die Auswertung des Metrics „Salzpräferenz“ für die Probestelle oberhalb der Einleitung zeigt eine deutliche Dominanz an Süßwasserarten. Bei der Zusammengefassten Auswertung beider Uferseiten liegt der Anteil der berücksichtigten Indikatortaxa, die aufgrund ihrer Präferenz als Süßwasserart eingestuft werden, im gesamten Monitoringzeitraum bei über 85%. Die geringsten Anteile an Süßwasserarten weist die Probe der rechten Uferseite aus dem Jahr 2017 (84,3%) sowie die Probe vom linken Ufer aus dem Jahr 2022 (76,9%) auf. Hier hatten Arten, die oligohaline (0,5 - < 5 PSU) Bedingungen präferieren, einen Anteil von etwa 15% bzw. 22%. Arten mit einer höheren Salzpräferenz (mesohalin (5 - < 18 PSU) wurden nur zu geringen Anteilen nachgewiesen (<5%). Polyhaline und euhaline Arten traten innerhalb der Zönose im gesamten Monitoringzeitraum nicht auf. In den meisten Jahren waren nur geringfügige Unterschiede zwischen den Uferseiten festzustellen. Im aktuellen Monitoringjahr **2024** waren die Anteile salztolerierender Taxa mit oligohalober und mesohalober Einstufung an der linken Uferseite geringfügig niedriger. Auf Basis dieser Auswertungen wird keine permanent stärkere Belastung an einer einzelnen Uferseite erkennbar. Zudem war im aktuellen Untersuchungsjahr **2024** der Anteil von oligohalober und mesohalober Arten geringer als in den Vorjahren (2020-2023) und erreicht ein ähnliches Niveau wie 2019.



**Abbildung 3.7** Anteile eingestufte Indikatoren des Metrics „Salzpräferenz“ in Prozent an der Probestelle 1 „Bahnbrücke Ahrbergen“ oberhalb der Einleitung in die Innerste für zehn Monitoringjahre.

Dargestellt ist jeweils die linke und die rechte Uferseite, sowie beide Seiten zusammengefasst (beidseitig). Die Anzahl der berücksichtigten Indikatortaxa ist in Klammern angegeben.

### 3.2.1.2 Bewertung Makrozoobenthos

Die Bewertungsergebnisse des Programms PERLODES ONLINETOOL (VERSION 5.0.10) werden für den gesamten Untersuchungszeitraum 2015 bis 2023 dargestellt. Für eine bessere Übersicht werden jeweils nur die Bewertungsergebnisse der gemittelten Taxalisten für die linke und rechte Uferseite aufgeführt (Tabelle 3.4 bis 3.6). Nachfolgend wird das Modul „Allgemeine Degradation“ für das aktuelle Untersuchungsjahr noch einmal getrennt nach Uferseiten dargestellt (Tabelle 3.7).

Die Bewertungen entsprechend dem Verfahren der OGEWV (2016) zur ökologischen Potentialklasse variieren im Monitoringzeitraum zwischen den Klassen gut bis unbefriedigend. Alle Bewertungsergebnisse werden durch PERLODES als gesichert angegeben. Ausgehend von einer guten Bewertung in den Jahren 2015 und 2016 verschlechtert sich die Innerste auf Basis der Makrozoobenthoszusammensetzung um zwei Bewertungsklassen hin zu einem unbefriedigenden ökologischen Potential in den Jahren 2017 und 2018. Ab 2019 fallen die Bewertungsergebnisse tendenziell wieder günstiger aus. Wird das ökologische Potential auf Basis der Untersuchung im Jahr 2019 noch in die Klasse mäßig eingestuft, erhält die Makrozoobenthoszusammensetzung des Jahres 2020 eine gute Bewertung. Im Zeitraum 2021 und 2022 errechnet das Bewertungsprogramm dann wieder eine mäßige Bewertung, die primär durch das Teilmodul „Allgemeine Degradation“ beeinflusst wird. Für das Jahr 2023 und 2024 ergibt sich auf der Basis der zusammengefassten Proben wiederum eine gute Bewertung. Während im Jahr 2024 das Modul Saprobie zustandsbeschreibend ist und daher ebenfalls mit gut bewertet ist, wird das Modul Allgemeine Degradation mit sehr gut bewertet.

**Tabelle 3.4 Ökologische Potenzialklasse der Innerste an Probestelle „Bahnbrücke Ahrbergen“ oberhalb der Einleitung in die Innerste für die Monitoringjahre 2015 bis 2024.**

Bewertet mit dem PERLODES Onlinetool (Version 5.0.10).

Angegeben sind jeweils die Bewertungsergebnisse der linken und rechten Uferseite zusammengefasst.

PerloDES HMWB	Bahnbrücke Ahrbergen, oberhalb Einleitung, zusammengefasst									
Fließgewässertyp	Typ 15: Sand- und lehmgeprägte Tieflandflüsse									
Gewässertypgruppe	Tieflandflüsse									
Nutzung	Urbanisierung und Hochwasserschutz (mit Vorland)									
HMWB Taxaliste für das Modul "Allgemeine Degradation"	original									
Probenahme	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024
HMWB Ökologische Potenzialklasse	gut	gut	unbefr.	unbefr.	mäßig	gut	mäßig	mäßig	gut	gut
	g	g	g	g	g	g	g	g	g	g
HMWB Qualitätsklasse Modul "Saprobie"	gut	gut	mäßig	gut	gut	gut	gut	gut	gut	gut
	g	g	g	g	g	g	g	g	g	g
HMWB Qualitätsklasse Modul "Allgemeine Degradation"	sehr gut	gut	unbefr.	unbefr.	mäßig	gut	mäßig	mäßig	gut	sehr gut
	g	g	g	g	g	g	g	g	g	g
gesichert (g), ungesichert (ug)										

Der Saprobienindex ermöglicht Rückschlüsse auf die organische Belastung des Gewässers. Das Modul Saprobie wird mit einer Ausnahme durchgehend „gut“ bewertet. Nur im Jahr 2017 wird sie als „mäßig“ eingestuft. Diese Einstufung deutet auf eine zumindest temporär gegebene stoffliche Belastung hin. Deren Auswirkungen können in Verbindung mit weiteren periodischen Ereignissen (bspw. langanhaltende Niedrigwasserphasen) in einzelnen Jahren stärker wirksam werden.

Unterschiede zwischen der rechten und der linken Uferseite im Sinne eines Klassenwechsels nach dem Bewertungsverfahren der OGEV (2016) treten i.d.R. nicht auf. In 2015 wurde die Probe vom rechten Ufer in die Klasse „sehr gut“ eingestuft und damit um eine Klasse besser bewertet als das linke Ufer. In den Untersuchungsjahren 2022 und 2023 wird die Saprobie am linken Ufer mit „gut“ bewertet, während die Probe vom rechten Ufer lediglich einen mäßigen saprobiellen Zustand anzeigt. Aus den zusammengefassten Proben ergibt sich wiederum eine gute Bewertung. Diesjährig werden beide Uferseiten bezüglich der Saprobie mit „gut“ bewertet.

**Tabelle 3.5 Ergebnisse des Moduls „Saprobie“ der Innerste an Probestelle „Bahnbrücke Ahrbergen“ oberhalb der Einleitung für zehn Monitoringjahre.**

Angegeben sind jeweils die Bewertungsergebnisse der linken und rechten Uferseite zusammengefasst

Probenahme	Bahnbrücke Ahrbergen, oberhalb Einleitung, zusammengefasst										
Fließgewässertyp	Typ 15: Sand- und lehmgeprägte Tieflandflüsse										
Taxaliste	original										
Stressor	Saprobie	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024
Ergebnis	Qualitätsklasse	gut	gut	mäßig	gut	gut	gut	gut	gut	gut	gut
	Deutscher Saprobienindex (neu)	1,87	2,14	2,45	2,05	2,14	2,06	2,26	2,25	2,28	1,99
	Ergebnis Saprobie gesichert	ja	ja	ja	ja	ja	ja	ja	ja	ja	ja
	Streuungsmaß	0,058	0,102	0,126	0,077	0,094	0,061	0,095	0,072	0,115	0,046
	Abundanzsumme	80	57	42	36	32	43	37	39	55	75



Das Modul „Allgemeine Degradation“ setzt sich aus den Teilmetrics „Fauna-Index“, „Litoral-Besiedler“, „Trichoptera Arten“ und „EPT-Taxa“ zusammen.

Im Monitoringzeitraum von 2015 bis 2024 streuen die Bewertungsergebnisse des Moduls „Allgemeine Degradation“ über mehrere Klassen von „sehr gut“ bis „unbefriedigend“. Während das Teilmodul zu Beginn der Monitoringperiode 2015 und 2016 noch mit sehr gut bzw. gut bewertet wurde, waren die Ergebnisse in den Folgejahren tendenziell pessimistischer und führen überwiegend zu unbefriedigenden und mäßigen Einstufungen. Die letzten drei Ergebnisse, aus den Jahren 2022 bis 2024, sind nun wieder optimistischer.

Dabei indizieren die Ergebnisse des Fauna-Index in der überwiegenden Zahl der Monitoringjahre eine mehr oder weniger ausgeprägte morphologische Degradation im Bereich der Probestelle. Die Defizite sind in Trockenjahren besonders ausgeprägt. Die Anteile der Litoral-Besiedler deuten auf eine Störung des natürlichen Fließverhaltens hin. Die Strukturvielfalt im Bereich der Probestelle ist offensichtlich nur eingeschränkt gegeben, so dass die Habitatbedingungen für die Gruppe der EPT-Taxa i.d.R. nur mäßig ausgeprägt sind. Allerdings wird der Anteil an Trichoptera Arten in der überwiegenden Zahl der Monitoringjahre als gut eingestuft ( $>7,2$ ), so dass davon auszugehen ist, dass für diese Gruppe ausreichend geeignete Mikrohabitate (Sekundärsubstrate) vorhanden sind.

**Tabelle 3.6 Ergebnisse des Moduls „Allgemeine Degradation“ der Innerste an Probestelle „Bahnbrücke Ahrbergen“ oberhalb der Einleitung für zehn Monitoringjahre.**

Angegeben sind jeweils die Bewertungsergebnisse der linken und rechten Uferseite zusammengefasst. unbef. = unbefriedigend

Periodes HMWB		Bahnbrücke Ahrbergen, oberhalb Einleitung, zusammengefasst									
Gewässertyp		Tieflandflüsse Typ 15									
Nutzung		BmV: Urbanisierung und Hochwasserschutz (mit Vorland)									
Taxaliste		original									
Stressor		Allgemeine Degradation (AD Metrics & Zusatz)									
Monitoringjahr		2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024
Qualitätsklasse		sehr gut	gut	unbef.	unbef.	mäßig	gut	mäßig	mäßig	gut	sehr gut
Toleranz	Faunaindex Flx15_17: Wert	0,933	0,786	-0,174	-0,037	-0,087	0,686	0,346	0,200	0,667	0,917
	Fauna-index gesichert	ja	ja	ja	ja	ja	ja	ja	ja	ja	ja
	Summe der Abundanzklassen	60	42	23	27	23	35	26	30	42	60
	Anzahl Indikatortaxa	26	23	14	14	12	19	18	16	29	32
Funktionen	[%] Zonation Littoral	6,125	12,215	19,953	19,708	17,578	14,762	17,965	13,408	14,011	5,684
Zusammensetzung	[%] EPT (HK)	50,893	33,696	17,949	33,333	32,308	38,571	30,435	20,779	29,348	41,270
Vielfalt, Diversität	Trichoptera	16	12	5	5	9	10	12	8	14	16
Zusatzinformation	Neozoenanteil	0,4	1,9	0,3	1,2	0,3	0,5	0,8	0	0	0,5

Im aktuellen Untersuchungsjahr **2024** fällt die Bewertung des Moduls „Allgemeine Degradation“ bei der zusammengefassten Auswertung in die Klasse „sehr gut“. Ein Klassensprung zwischen den Uferseiten tritt nicht auf.

Die Anteile an Litoral Arten sind in der diesjährigen Probe gering und indizieren ein naturnahes Fließverhalten. Die Anzahl der Trichoptera Arten sind zudem an beiden Uferseiten hoch.

**Tabelle 3.7 Ergebnisse des Moduls „Allgemeine Degradation“ an der Probestelle „Bahnbrücke Ahrbergen“ oberhalb Einleitung im Untersuchungsjahr 2024 (linkes Ufer, rechtes Ufer, zusammengefasste Auswertung)**

Probe	Bahnbrücke Ahrbergen, oberhalb der Einleitung		
LAWA-Fließgewässertyp	Tieflandflüsse (Typ 15)		
Taxaliste	original		
Nutzung	BmV: Urbanisierung und Hochwasserschutz (mit Vorland)		
Stressor	Allgemeine Degradation		
	links	rechts	beidseitig
Qualitätsklasse	<b>Sehr gut</b>	<b>Sehr gut</b>	<b>Sehr gut</b>
Multimetrischer Index (MMI)	0,934	0,837	0,880
Ergebnis Faunaindex / PTI gesichert	ja	ja	ja
Metric: Faunaindex (Flx15_17):Wert	1,021	0,807	0,917
Metric:[%] Zonation Littoral	4,138	6,151	5,684
Metric: #Trichoptera	15	12	16
Metric: [%] EPT (HK)	45,192	39,640	41,270

Zusammengefasst ist festzustellen, dass die Bewertungsergebnisse für das Makrozoobenthos an der Probestelle oberhalb der Einleitung im Zeitraum 2015 bis 2024 erheblichen Schwankungen unterlagen. Eine Beeinflussung der Ergebnisse durch die Einleitung der K+S Minerals and Agriculture GmbH ist dabei aufgrund der Lage der Probestelle auszuschließen. Auch die Morphologie der Probestelle ist über den Betrachtungszeitraum nahezu unverändert, Unterschiede traten insbesondere im Hinblick auf die Hydrologie auf. Aus den vorliegenden Messwerten leiten sich keine Hinweise auf signifikante Unterschiede in der stofflichen Belastung für die einzelnen Untersuchungsjahre ab. Entsprechend ist von einer gegebenen Volatilität der Bewertungsergebnisse auszugehen, die vermutlich von übergeordneten Faktoren wie der allgemeinen meteorologischen Situation und der Abflusssituation gefördert wird. Insgesamt bewerten die Bearbeiter das ökologische Potential des Gewässerabschnitts auf Basis der Qualitätskomponente Makrozoobenthos auch im Jahr 2024 abweichend von den Ergebnissen der PERLODES-Software insgesamt als „mäßig“. Im Hinblick auf die Artenzusammensetzung innerhalb der funktionalen Gruppen zeigen sich zwischen den Uferseiten nahezu keine wesentlichen Unterschiede. Zumindest die Eintags- und Steinfliegen sind quantitativ deutlich unterrepräsentiert. Weitere funktional wichtige Gruppen wie z.B. die Amphipoden treten ebenfalls nur in geringer Häufigkeit in Erscheinung. Insgesamt wird die Zönose durch anpassungsfähige und belastungstolerante Taxa dominiert. Die vorliegenden Defizite lassen sich wahrscheinlich auf den Gewässerausbau und eine erhöhte Nährstofffracht zurückführen.

**Ökologische Potentialklasse MZB (Bearbeiterbewertung) 2024 : **mäßig****

### 3.2.1.3 Ergebnisse Diatomeen

Oberhalb der Salzeinleitung wird die Innerste über alle Untersuchungsjahre hinweg von ubiquitär verbreiteten Arten dominiert, die über ein breites trophisches Spektrum sowie eine mittlere bis hohe Toleranz gegenüber Verschmutzungen verfügen. Inklusive des Untersuchungsjahres 2024 gehören dazu *Amphora pediculus*, *Achnanthes minutissima*, *Navicula minima*, *Achnanthes lanceolata* ssp. *frequentissima* var. *frequentissima* und *Cymbella silesiaca*. Diese Arten wurden in allen Proben des Monitorings nachgewiesen.

Von diesen Arten tritt in eudominanter Verbreitung (mittlere Artanteile >10%) regelmäßig *Amphora pediculus* auf. *Achnanthes minutissima* ist mit einem Artanteil von durchschnittlich 9,7% ebenfalls sehr häufig verbreitet. Codominant, d.h. mit mittleren Artanteilen >5% tritt regelmäßig *Navicula minima* in Erscheinung. Die Artanteile aller weiteren Taxa liegen unterhalb von 5%. Innerhalb dieser Gruppe befinden sich vornehmlich Formen, die eine große Toleranz gegenüber Verschmutzungen aufweisen und episodisch in erhöhten Mengen auftreten können.

Im gesamten Monitoringzeitraum zwischen 2015 bis 2024 wurden oberhalb der Einleitung fünf Arten der Roten Liste Deutschlands (HOFMANN et al. 2018) nachgewiesen für die ein Gefährdungsstatus angegeben wird. Diese Arten befinden sich überwiegend in der Kategorie V (Vorwarnstufe) der Roten Liste und bildeten durchgängig Anteile <1% der Diatomeengesellschaft aus. *Surirella robusta* wird in der Roten Liste als gefährdete Art (Kategorie 3) geführt.

**Tabelle 3.8 Zusammengefasste Taxaliste der Diatomeen in der Innerste oberhalb der Salzeinleitung aus jeweils zwei Probenahmen pro Jahr an der linken und der rechten Uferseite im Monitoring-Zeitraum 2015 bis 2024. Angaben als Häufigkeit [%].**

Min = Minimum, Max = Maximum, MW = Mittelwert, n = Anzahl Proben, in denen die Art nachgewiesen wurde

DV-Nr.	Taxon	Min [%]	Max [%]	MW [%]	n	Erster Fund	Letzter Fund
6160	<i>Achnanthes</i>	0,23	0,23	0,23	1	2024	2024
6139	<i>Achnanthes biasolettiana</i> var. <i>biasolettiana</i>	0,20	0,22	0,21	3	2017	2023
6180	<i>Achnanthes clevei</i> var. <i>clevei</i>	0,21	0,62	0,36	3	2021	2024
6855	<i>Achnanthes conspicua</i>	0,18	27,58	3,10	14	2016	2024
16112	<i>Achnanthes delicatula</i> ssp. <i>engelbrechtii</i>	0,19	0,21	0,20	2	2023	2023
6047	<i>Achnanthes hungarica</i>	0,24	2,30	0,98	3	2018	2020
6260	<i>Achnanthes lanceolata</i> ssp. <i>frequentissima</i> var. <i>frequentissima</i>	0,22	17,01	3,23	38	2015	2024
16127	<i>Achnanthes lanceolata</i> ssp. <i>lanceolata</i> var. <i>lanceolata</i>	0,23	7,42	2,06	35	2015	2024
6263	<i>Achnanthes lauenburgiana</i>	0,19	0,63	0,32	9	2015	2024
6014	<i>Achnanthes minutissima</i> var. <i>minutissima</i>	1,15	48,64	9,70	38	2015	2024
6984	<i>Achnanthes ploenensis</i> var. <i>ploenensis</i>	0,21	0,42	0,28	6	2015	2024
16141	<i>Achnanthes punctulata</i>	0,21	0,21	0,21	1	2017	2017
6712	<i>Achnanthes rupestoides</i>	0,19	0,22	0,21	2	2019	2023
6276	<i>Achnanthes subatomoides</i>	0,22	0,37	0,30	2	2017	2020
6048	<i>Amphipleura pellucida</i>	0,00	0,23	0,18	6	2015	2024
6281	<i>Amphipleura rutilans</i>	0,21	0,21	0,21	1	2018	2018
6860	<i>Amphora libyca</i>	0,00	2,26	0,74	26	2015	2024
6286	<i>Amphora montana</i>	0,21	0,48	0,30	3	2017	2019

DV-Nr.	Taxon	Min [%]	Max [%]	MW [%]	n	Erster Fund	Letzter Fund
6044	<i>Amphora ovalis</i>	0,21	0,24	0,23	2	2020	2022
6983	<i>Amphora pediculus</i>	1,65	54,12	12,11	38	2015	2024
6181	<i>Amphora veneta</i>	0,20	0,43	0,29	6	2016	2022
6142	<i>Asterionella</i>	0,46	0,46	0,46	1	2015	2015
6050	<i>Asterionella formosa</i>	0,21	1,24	0,49	8	2015	2023
6797	<i>Aulacoseira</i>	0,24	8,08	2,03	23	2016	2024
6800	<i>Aulacoseira granulata</i> var. <i>angustissima</i>	0,44	0,90	0,67	2	2017	2019
6143	<i>Bacillaria paradoxa</i>	0,20	0,20	0,20	1	2020	2020
6295	<i>Brachysira neoexilis</i>	0,23	0,23	0,23	1	2015	2015
6823	<i>Caloneis</i>	0,24	0,24	0,24	1	2024	2024
6043	<i>Caloneis amphisbaena</i>	0,00	0,63	0,26	11	2015	2022
6051	<i>Caloneis bacillum</i>	0,21	19,62	5,47	36	2015	2024
6052	<i>Caloneis silicula</i>	0,00	1,78	0,37	14	2015	2024
6724	<i>Campylodiscus hibernicus</i>	0,23	0,24	0,23	2	2022	2022
6789	<i>Centrales</i>	0,19	0,90	0,44	27	2015	2024
6145	<i>Cocconeis</i>	0,22	0,22	0,22	1	2021	2021
6020	<i>Cocconeis pediculus</i>	0,20	0,88	0,36	16	2015	2024
6021	<i>Cocconeis placentula</i>	0,19	32,64	4,47	37	2015	2024
6943	<i>Cyclostephanos dubius</i>	0,21	1,38	0,55	8	2015	2024
6177	<i>Cyclostephanos invisitatus</i>	0,21	0,74	0,40	15	2015	2023
6146	<i>Cyclotella</i>	0,21	0,35	0,26	4	2015	2022
6178	<i>Cyclotella atomus</i>	0,21	0,43	0,26	6	2015	2020
6002	<i>Cyclotella meneghiniana</i>	0,21	2,62	0,86	22	2015	2024
6936	<i>Cyclotella ocellata</i>	0,19	0,20	0,19	2	2020	2023
6204	<i>Cyclotella radiosa</i>	0,18	0,22	0,21	3	2017	2023
6944	<i>Cyclotella stelligera</i>	0,17	0,22	0,20	2	2016	2021
6057	<i>Cymatopleura elliptica</i>	0,17	0,24	0,21	7	2017	2023
6031	<i>Cymatopleura solea</i>	0,00	2,53	0,49	21	2015	2024
6157	<i>Cymbella</i>	0,42	0,69	0,55	2	2021	2023
6059	<i>Cymbella cistula</i>	0,19	0,23	0,21	2	2015	2023
6184	<i>Cymbella helvetica</i>	0,00	0,00	0,00	1	2015	2015
6062	<i>Cymbella lanceolata</i>	0,00	0,24	0,12	2	2015	2022
6895	<i>Cymbella microcephala</i>	0,22	0,22	0,22	1	2019	2019
6909	<i>Cymbella minuta</i>	0,19	1,36	0,42	12	2015	2024
6977	<i>Cymbella perpusilla</i> var. <i>perpusilla</i>	0,19	0,19	0,19	1	2020	2020
6040	<i>Cymbella prostrata</i>	0,19	0,91	0,35	8	2020	2024
6898	<i>Cymbella silesiaca</i>	0,22	10,60	2,12	38	2015	2024
6065	<i>Cymbella sinuata</i>	0,17	3,59	1,32	37	2015	2024
6068	<i>Denticula tenuis</i>	0,00	0,22	0,12	5	2015	2022
6147	<i>Diatoma</i>	0,21	0,37	0,24	5	2016	2021
6949	<i>Diatoma mesodon</i>	0,00	0,00	0,00	1	2015	2015
6209	<i>Diatoma moniliformis</i>	0,00	1,14	0,55	18	2015	2024
16206	<i>Diatoma moniliformis</i> ssp. <i>ovalis</i>	0,19	1,67	0,47	12	2015	2023
16207	<i>Diatoma problematica</i>	0,00	0,22	0,11	2	2015	2017
6210	<i>Diatoma tenuis</i>	0,17	0,37	0,27	2	2020	2021
6006	<i>Diatoma vulgaris</i>	0,00	2,15	0,46	11	2015	2023
6347	<i>Diploneis oculata</i>	0,18	0,67	0,36	11	2016	2024
16219	<i>Entomoneis paludosa</i>	0,21	0,22	0,21	2	2016	2016
6998	<i>Eunotia</i>	0,00	0,35	0,17	2	2015	2021
6213	<i>Eunotia bilunaris</i>	0,21	0,21	0,21	1	2023	2023
6369	<i>Eunotia minor</i>	0,00	1,09	0,50	14	2015	2024
6161	<i>Fragilaria</i>	0,20	0,45	0,33	10	2016	2024
6388	<i>Fragilaria brevistriata</i> var. <i>brevistriata</i>	0,00	1,83	0,49	12	2015	2023
26370	<i>Fragilaria capitellata</i>	0,21	0,62	0,35	3	2015	2019
6033	<i>Fragilaria capucina</i>	0,17	0,91	0,45	10	2017	2023
16570	<i>Fragilaria capucina</i> - Sippen	0,17	0,54	0,36	8	2015	2024
6390	<i>Fragilaria capucina capitellata</i> - Sippen	0,19	0,68	0,35	3	2020	2024

DV-Nr.	Taxon	Min [%]	Max [%]	MW [%]	n	Erster Fund	Letzter Fund
16571	<i>Fragilaria capucina distans</i> - Sippen	0,23	0,72	0,39	3	2019	2022
6392	<i>Fragilaria capucina</i> var. <i>gracilis</i>	0,21	9,79	1,75	31	2015	2024
6396	<i>Fragilaria capucina</i> var. <i>rumpens</i>	0,00	2,79	0,72	11	2015	2023
6186	<i>Fragilaria capucina</i> var. <i>vaucheriae</i>	0,23	0,23	0,23	1	2022	2022
6034	<i>Fragilaria construens</i>	0,21	4,17	1,25	5	2015	2022
16573	<i>Fragilaria construens</i> - Sippen	0,42	0,42	0,42	1	2023	2023
6397	<i>Fragilaria construens</i> f. <i>binodis</i>	0,00	1,83	0,46	7	2015	2023
16790	<i>Fragilaria construens</i> f. <i>subsalina</i>	0,21	0,21	0,21	2	2016	2018
6828	<i>Fragilaria construens</i> f. <i>venter</i>	0,21	8,24	2,37	28	2015	2024
6075	<i>Fragilaria crotonensis</i>	0,18	0,24	0,21	3	2019	2024
6399	<i>Fragilaria delicatissima</i>	0,21	0,21	0,21	1	2015	2015
6915	<i>Fragilaria famelica</i>	0,24	0,24	0,24	1	2024	2024
6234	<i>Fragilaria fasciculata</i>	0,00	2,07	0,39	16	2015	2024
6237	<i>Fragilaria parasitica</i>	0,17	0,46	0,24	11	2016	2023
6776	<i>Fragilaria parasitica</i> var. <i>subconstricta</i>	0,19	0,88	0,32	12	2015	2024
6078	<i>Fragilaria pinnata</i>	0,19	1,20	0,48	19	2015	2024
6238	<i>Fragilaria pulchella</i>	0,22	0,23	0,23	3	2015	2022
6239	<i>Fragilaria ulna</i>	0,00	5,24	0,86	34	2015	2024
16996	<i>Fragilaria vaucheriae</i>	0,19	3,92	1,27	35	2015	2024
6169	<i>Fragilaria virescens</i>	0,19	0,19	0,19	1	2020	2020
6079	<i>Frustulia vulgaris</i>	0,19	0,91	0,37	9	2015	2023
6794	<i>Gomphonema</i>	0,21	0,78	0,38	11	2015	2023
6080	<i>Gomphonema acuminatum</i>	0,19	0,42	0,28	3	2021	2023
6217	<i>Gomphonema clavatum</i>	0,19	0,19	0,19	2	2015	2023
6883	<i>Gomphonema gracile</i>	0,23	0,64	0,37	3	2019	2022
16594	<i>Gomphonema grovei</i> var. <i>lingulatum</i>	0,17	1,15	0,44	6	2017	2023
6428	<i>Gomphonema micropus</i>	0,17	0,46	0,27	8	2015	2024
6912	<i>Gomphonema minutum</i>	0,21	0,23	0,22	2	2018	2020
6867	<i>Gomphonema olivaceum</i>	0,19	2,04	0,85	30	2015	2024
6158	<i>Gomphonema parvulum</i>	0,23	11,29	2,11	37	2015	2024
6437	<i>Gomphonema pumilum</i>	0,19	1,09	0,42	15	2015	2024
6083	<i>Gyrosigma</i>	0,00	0,23	0,14	3	2015	2024
6036	<i>Gyrosigma acuminatum</i>	0,00	0,24	0,19	8	2015	2023
6041	<i>Gyrosigma attenuatum</i>	0,00	0,22	0,15	4	2015	2021
6443	<i>Gyrosigma nodiferum</i>	0,24	0,24	0,24	1	2024	2024
6084	<i>Hantzschia amphioxys</i>	0,00	0,24	0,12	5	2015	2021
6005	<i>Melosira varians</i>	0,19	12,83	3,17	36	2015	2024
6026	<i>Meridion circulare</i>	0,00	3,78	1,34	29	2015	2024
6990	<i>Navicula</i>	0,19	0,84	0,45	16	2016	2024
16653	<i>Navicula antonii</i>	0,17	2,74	0,62	19	2015	2024
6117	<i>Navicula atomus</i> var. <i>atomus</i>	0,22	0,22	0,22	1	2017	2017
6241	<i>Navicula atomus</i> var. <i>permitis</i>	0,21	0,67	0,42	9	2015	2021
6459	<i>Navicula bremensis</i>	0,21	0,21	0,21	1	2023	2023
6868	<i>Navicula capitata</i> var. <i>capitata</i>	0,00	1,93	0,72	28	2015	2024
6088	<i>Navicula cari</i>	0,23	0,23	0,23	1	2015	2015
6089	<i>Navicula cincta</i>	0,21	0,46	0,28	4	2015	2023
6903	<i>Navicula confervacea</i>	0,21	1,31	0,53	7	2016	2024
6858	<i>Navicula contenta</i>	0,19	0,69	0,36	5	2015	2024
6010	<i>Navicula cryptocephala</i>	0,21	0,66	0,29	8	2016	2023
6889	<i>Navicula cryptotenella</i>	0,19	1,66	0,49	24	2015	2023
6486	<i>Navicula fossalis</i> var. <i>fossalis</i>	0,23	0,23	0,23	1	2020	2020
6489	<i>Navicula gallica</i> var. <i>perpusilla</i>	4,75	4,75	4,75	1	2024	2024
6916	<i>Navicula goeppertiana</i>	0,23	2,93	0,72	6	2015	2024
6015	<i>Navicula gregaria</i>	0,23	10,38	2,50	37	2015	2024
6501	<i>Navicula ignota</i> var. <i>acceptata</i>	0,23	0,23	0,23	1	2024	2024
16326	<i>Navicula ingenua</i>	0,23	0,23	0,23	1	2023	2023
6507	<i>Navicula joubaudii</i>	0,19	0,42	0,28	3	2017	2023

DV-Nr.	Taxon	Min [%]	Max [%]	MW [%]	n	Erster Fund	Letzter Fund
6864	<i>Navicula lanceolata</i>	0,41	25,42	3,64	37	2015	2024
16336	<i>Navicula lesmonensis</i>	0,48	0,48	0,48	1	2022	2022
6094	<i>Navicula menisculus</i>	0,00	1,15	0,47	21	2015	2024
6095	<i>Navicula minima</i>	0,23	20,19	8,17	38	2015	2024
6515	<i>Navicula minuscula</i> var. <i>minuscula</i>	0,19	0,84	0,34	6	2015	2020
6861	<i>Navicula monoculata</i> var. <i>monoculata</i>	0,17	0,24	0,21	2	2021	2024
6028	<i>Navicula mutica</i> var. <i>mutica</i>	0,21	0,46	0,30	3	2020	2021
6519	<i>Navicula mutica</i> var. <i>ventricosa</i>	0,20	0,20	0,20	1	2022	2022
6013	<i>Navicula pelliculosa</i>	0,22	0,35	0,27	3	2017	2021
16353	<i>Navicula perminuta</i>	0,21	0,21	0,21	1	2018	2018
6100	<i>Navicula protracta</i>	0,00	0,42	0,14	3	2015	2017
6101	<i>Navicula pupula</i> var. <i>pupula</i>	0,18	1,15	0,47	17	2015	2023
6102	<i>Navicula pygmaea</i>	0,63	0,63	0,63	1	2016	2016
6103	<i>Navicula radiosa</i>	0,17	0,22	0,20	3	2016	2022
6221	<i>Navicula reichardtiana</i>	0,23	0,45	0,33	4	2018	2024
6105	<i>Navicula salinarum</i>	0,21	0,24	0,22	4	2019	2023
6192	<i>Navicula seminulum</i> var. <i>seminulum</i>	0,19	4,37	1,05	29	2016	2024
6873	<i>Navicula slesvicensis</i>	0,21	0,22	0,21	3	2017	2023
6106	<i>Navicula subhamulata</i>	0,00	3,23	0,82	30	2015	2024
6896	<i>Navicula subminuscula</i>	0,21	0,69	0,31	5	2016	2019
6553	<i>Navicula tenelloides</i>	0,21	0,23	0,22	2	2015	2018
6831	<i>Navicula tripunctata</i>	0,21	0,92	0,36	12	2015	2024
6870	<i>Navicula trivialis</i>	0,19	3,06	0,64	15	2015	2024
6890	<i>Navicula veneta</i>	0,17	2,38	0,65	31	2015	2024
26564	<i>Navicula vilaplani</i>	0,22	0,24	0,23	2	2021	2024
16379	<i>Navicula viridula</i> var. <i>germainii</i>	0,21	0,92	0,39	4	2016	2020
6558	<i>Navicula viridula</i> var. <i>rostellata</i>	0,23	0,23	0,23	1	2021	2021
16786	<i>Navicula witkowskii</i>	0,17	0,46	0,27	8	2015	2023
6822	<i>Neidium</i>	0,17	0,23	0,21	3	2015	2021
6820	<i>Neidium affine</i>	0,22	0,22	0,22	1	2016	2016
6108	<i>Neidium dubium</i>	0,19	0,23	0,22	5	2015	2023
6972	<i>Nitzschia</i>	0,21	1,89	0,98	37	2015	2024
6023	<i>Nitzschia acicularis</i>	0,19	1,03	0,60	10	2015	2021
6039	<i>Nitzschia amphibia</i>	0,00	8,40	2,32	36	2015	2024
6991	<i>Nitzschia angustata</i>	0,21	0,21	0,21	1	2020	2020
6964	<i>Nitzschia capitellata</i>	0,20	1,09	0,49	12	2015	2024
6242	<i>Nitzschia constricta</i>	0,19	0,62	0,32	16	2015	2024
6921	<i>Nitzschia debilis</i>	0,21	0,23	0,22	3	2015	2023
6008	<i>Nitzschia dissipata</i>	0,23	10,50	1,66	36	2015	2024
6113	<i>Nitzschia dubia</i>	0,21	0,23	0,22	2	2021	2024
6195	<i>Nitzschia filiformis</i>	0,24	0,24	0,24	1	2022	2022
16409	<i>Nitzschia filiformis</i> var. <i>conferta</i>	0,21	0,48	0,34	2	2018	2022
6025	<i>Nitzschia fonticola</i>	0,21	4,80	1,17	25	2015	2024
26681	<i>Nitzschia frequens</i>	0,22	0,84	0,41	8	2015	2024
6196	<i>Nitzschia frustulum</i>	0,17	2,74	0,68	26	2017	2024
6197	<i>Nitzschia gracilis</i>	0,19	0,67	0,30	8	2015	2024
6963	<i>Nitzschia heufleriana</i>	0,20	0,44	0,25	6	2016	2021
6114	<i>Nitzschia hungarica</i>	0,21	0,46	0,29	7	2015	2024
6595	<i>Nitzschia inconspicua</i>	0,21	0,24	0,23	6	2015	2023
6857	<i>Nitzschia intermedia</i>	1,53	1,53	1,53	1	2016	2016
16102	<i>Nitzschia levidensis</i> var. <i>salinarum</i>	0,00	0,68	0,30	10	2015	2024
6024	<i>Nitzschia linearis</i>	0,00	2,62	0,66	30	2015	2024
6599	<i>Nitzschia linearis</i> var. <i>subtilis</i>	0,19	0,46	0,25	5	2015	2021
6198	<i>Nitzschia microcephala</i>	0,21	0,21	0,21	1	2020	2020
6011	<i>Nitzschia palea</i>	0,21	8,92	2,72	36	2015	2024
6199	<i>Nitzschia paleacea</i>	0,21	0,21	0,21	1	2019	2019
6029	<i>Nitzschia recta</i>	0,00	2,11	0,48	19	2015	2024

DV-Nr.	Taxon	Min [%]	Max [%]	MW [%]	n	Erster Fund	Letzter Fund
6201	<i>Nitzschia sigma</i>	0,00	0,44	0,23	4	2015	2020
6027	<i>Nitzschia sigmoidea</i>	0,00	0,24	0,19	9	2015	2024
6610	<i>Nitzschia sinuata</i> var. <i>delognei</i>	0,21	0,24	0,22	2	2023	2024
6961	<i>Nitzschia sociabilis</i>	0,00	4,28	0,85	26	2015	2024
6960	<i>Nitzschia sublinearis</i>	0,23	0,23	0,23	1	2024	2024
6924	<i>Nitzschia supralitorea</i>	0,22	0,42	0,32	2	2016	2016
16450	<i>Nitzschia thermaloides</i>	0,20	0,24	0,22	2	2017	2020
6615	<i>Nitzschia tubicola</i>	0,00	1,04	0,34	5	2015	2024
6118	<i>Nitzschia umbonata</i>	0,21	0,23	0,22	3	2016	2018
6120	<i>Nitzschia vermicularis</i>	0,00	0,00	0,00	1	2015	2015
6616	<i>Nitzschia wuellerstorffii</i>	0,19	0,42	0,26	4	2016	2024
6947	<i>Pennales</i>	0,21	2,29	0,63	24	2015	2024
6151	<i>Pinnularia</i>	0,21	0,47	0,30	8	2015	2024
6148	<i>Pinnularia borealis</i>	0,45	0,45	0,45	1	2024	2024
6654	<i>Pinnularia obscura</i>	0,23	0,23	0,23	1	2015	2015
6674	<i>Pinnularia viridiformis</i>	0,21	0,47	0,28	4	2016	2018
6128	<i>Pinnularia viridis</i>	0,22	0,44	0,33	4	2016	2022
6224	<i>Rhoicosphenia abbreviata</i>	0,40	11,30	2,13	34	2015	2024
6225	<i>Simonsenia delognei</i>	0,19	0,48	0,29	12	2016	2024
26863	<i>Stauroneis leguminopsis</i>	0,17	0,19	0,18	2	2020	2021
6131	<i>Stauroneis smithii</i>	0,18	0,69	0,28	10	2015	2024
6688	<i>Stauroneis thermicola</i>	0,23	0,23	0,23	1	2015	2015
6942	<i>Stephanodiscus</i>	0,17	0,17	0,17	1	2021	2021
6009	<i>Stephanodiscus hantzschii</i>	0,18	0,93	0,45	13	2015	2024
6226	<i>Stephanodiscus minutulus</i>	0,19	0,22	0,21	3	2017	2023
6952	<i>Surirella</i>	0,00	1,22	0,39	19	2015	2024
6133	<i>Surirella angusta</i>	0,00	0,48	0,23	7	2015	2024
6134	<i>Surirella biseriata</i>	0,69	0,69	0,69	1	2015	2015
6693	<i>Surirella brebissonii</i>	0,92	8,66	4,12	4	2015	2015
6228	<i>Surirella brebissonii</i> var. <i>kuetzingii</i>	0,21	25,28	5,31	34	2016	2024
16513	<i>Surirella crumena</i>	0,19	1,84	0,54	9	2015	2022
26874	<i>Surirella helvetica</i>	0,21	0,21	0,21	1	2016	2016
6135	<i>Surirella linearis</i>	0,17	0,22	0,20	4	2016	2021
6136	<i>Surirella ovalis</i>	0,23	0,44	0,34	2	2017	2024
6694	<i>Surirella roba</i>	0,00	1,67	0,47	21	2015	2024
6137	<i>Surirella robusta</i>	0,21	0,46	0,28	4	2022	2023
6696	<i>Surirella visurgis</i>	0,23	0,45	0,30	3	2023	2024
6091	<i>Tabellaria flocculosa</i>	0,00	0,87	0,35	27	2015	2024
6230	<i>Thalassiosira</i>	0,43	0,43	0,43	1	2020	2020
16098	<i>Thalassiosira pseudonana</i>	0,40	0,44	0,42	2	2017	2020
6937	<i>Thalassiosira weissflogii</i>	0,21	0,24	0,23	2	2019	2019

Im aktuellen Monitoringjahr 2024 ist die Probestelle oberhalb der Einleitung grundsätzlich als artenreich einzustufen. Im Rahmen der Untersuchungen 2024 wurden in diesem Abschnitt insgesamt 104 Kieselalgentaxa nachgewiesen. Die Proben aus dem Frühjahr (Mai) umfassten 66 Taxa, während die Sommerproben (Juli) mit 84 Taxa noch artenreicher waren.



Wie bereits in den Vorjahren sind Arten mit einer breiten ökologischen Amplitude und einer gewissen Toleranz gegenüber Verschmutzungen sowohl in den Proben vom Mai als auch vom Juli 2024 häufig vertreten. Bezogen auf die mittlere Häufigkeit aus beiden Probedurchgängen traten auf der linken Uferseite die hinsichtlich der Gewässertrophie anspruchslosen und dementsprechend ubiquitär verbreiteten Arten *Achnanthes minutissima* var. *minutissima*, *Navicula lanceolata* und *Amphora pediculus* am häufigsten in Erscheinung.

Die Kieselalgenengesellschaft der rechten Uferseite wurde auf Basis der mittleren Häufigkeit u.a. durch *Achnanthes conspicua* (12,1%) geprägt. Bei den Untersuchungen 2024 trat diese Art jedoch lediglich einmalig im Juli am rechten Ufer in Erscheinung, war zu diesem Zeitpunkt jedoch einen Anteil von >27% die mit Abstand häufigste Art. Tatsächlich kann diese Art in norddeutschen Flüssen mit mittlerer bis mäßig erhöhter Trophie zumindest lokal weit verbreitet auftreten (HOFMANN et al (2013)). Deutlich regelmäßiger waren am rechten Ufer *Amphora pediculus* (7,2%), *Melosira varians* (7,7%) und die als verschmutzungstolerant geltenden *Navicula gregaria* (7,0%) und *Navicula minima* (10,8%) vertreten.

Bei den beiden Probennahmen im Frühjahr und Sommer wurden insgesamt 18 Taxa nachgewiesen, die eine besondere Toleranz gegen Gewässerverschmutzung besitzen. Aus dieser Gruppe bildeten insbesondere *Navicula gregaria*, *Navicula minima* und *Gomphonema parvulum* z.T. hohe Anteile (>10%) aus. *Nitzschia palea*, *Cymbella sinuata* und *Navicula seminulum* var. *seminulum* erreichten in einzelnen Proben maximal subdominante Verbreitung (Anteilen zwischen 2% und 5%.

Im Hinblick auf die Salztoleranz der Diatomeengesellschaft treten oberhalb der Einleitung insgesamt acht Taxa auf, die als halophil eingestuft werden können. Die Häufigkeit dieser als halophil klassifizierten Taxa lag jedoch in allen Proben unter 1%.

Arten der Roten Liste Deutschlands (HOFMANN et al. 2018) wurden oberhalb der Einleitung im Rahmen der Untersuchungen im Mai und Juli 2024 nicht nachgewiesen.

**Tabelle 3.9 Taxaliste der Diatomeen im Untersuchungsjahr 2024 an der Innerste oberhalb der Salzeinleitung. Angegeben ist die mittlere Häufigkeit [%] aus beiden Probedurchgängen (Mai und Juli 2024).**

Status Rote Liste Deutschland (RL D): ne = nicht aufgeführt, V = Vorwarnliste, R = extrem selten, G = Gefährdung unbekannt

DV-Nr	Taxon	tolerant	Halobien-einstufung	RL D	links MW	rechts MW	beids. MW
6160	<i>Achnanthes</i>		oh/ind	ne	0,11	0,00	0,05
6180	<i>Achnanthes clevei</i> var. <i>clevei</i>		oh/ind	ne	0,00	0,11	0,05
6855	<i>Achnanthes conspicua</i>		oh/ind	ne	0,00	12,14	6,28
6260	<i>Achnanthes lanceolata</i> ssp. <i>frequentissima</i> var. <i>frequentissima</i>		oh/ind	ne	3,62	1,69	2,62
16127	<i>Achnanthes lanceolata</i> ssp. <i>lanceolata</i> var. <i>lanceolata</i>		oh/ind	ne	4,19	1,27	2,68
6263	<i>Achnanthes lauenburgiana</i>		oh/ind	ne	0,00	0,21	0,11
6014	<i>Achnanthes minutissima</i> var. <i>minutissima</i>		oh/ind	ne	7,25	6,02	6,61
6984	<i>Achnanthes ploenensis</i> var. <i>ploenensis</i>		oh/ind	ne	0,11	0,00	0,05
6048	<i>Amphipleura pellucida</i>		hx	ne	0,11	0,00	0,05
6860	<i>Amphora libyca</i>		oh/ind	ne	1,25	0,84	1,04
6983	<i>Amphora pediculus</i>		oh/ind	ne	7,25	7,18	7,21
6797	<i>Aulacoseira</i>		oh/ind	ne	3,74	2,53	3,11



DV-Nr	Taxon	tolerant	Halobien-einstufung	RL D	links MW	rechts MW	beids. MW
6823	<i>Caloneis</i>		oh/ind	ne	0,00	0,11	0,05
6051	<i>Caloneis bacillum</i>		oh/ind	ne	2,83	4,54	3,72
6052	<i>Caloneis silicula</i>		oh/ind	ne	0,00	0,11	0,05
6789	<i>Centrales</i>		oh/ind	ne	0,00	0,11	0,05
6020	<i>Cocconeis pediculus</i>		oh/ind	ne	0,00	0,11	0,05
6021	<i>Cocconeis placentula</i>		oh/ind	ne	3,85	1,69	2,73
6943	<i>Cyclostephanos dubius</i>		hp	ne	0,00	0,11	0,05
6002	<i>Cyclotella meneghiniana</i>		hp	ne	0,34	0,21	0,27
6031	<i>Cymatopleura solea</i>		oh/ind	ne	0,23	0,42	0,33
6909	<i>Cymbella minuta</i>		oh/ind	ne	0,00	0,21	0,11
6040	<i>Cymbella prostrata</i>		oh/ind	ne	0,11	0,21	0,16
6898	<i>Cymbella silesiaca</i>		oh/ind	ne	2,38	2,53	2,46
6065	<i>Cymbella sinuata</i>	JA	oh/ind	ne	1,13	1,27	1,20
6209	<i>Diatoma moniliformis</i>		hp	ne	0,11	0,21	0,16
6347	<i>Diploneis oculata</i>		oh/ind	ne	0,23	0,00	0,11
6369	<i>Eunotia minor</i>		oh/ind	ne	0,11	0,00	0,05
6161	<i>Fragilaria</i>		oh/ind	ne	0,23	0,00	0,11
16570	<i>Fragilaria capucina</i> - Sippen		oh/ind	ne	0,23	0,11	0,16
6390	<i>Fragilaria capucina capitellata</i> - Sippen		oh/ind	ne	0,34	0,11	0,22
6392	<i>Fragilaria capucina</i> var. <i>gracilis</i>		oh/ind	ne	4,19	1,16	2,62
6828	<i>Fragilaria construens</i> f. <i>venter</i>		oh/ind	ne	0,79	0,63	0,71
6075	<i>Fragilaria crotonensis</i>	JA	oh/ind	ne	0,00	0,11	0,05
6915	<i>Fragilaria famelica</i>		mh	ne	0,00	0,11	0,05
6234	<i>Fragilaria fasciculata</i>		mh	ne	0,00	0,11	0,05
6776	<i>Fragilaria parasitica</i> var. <i>subconstricta</i>		oh/ind	ne	0,00	0,11	0,05
6078	<i>Fragilaria pinnata</i>		oh/ind	ne	0,23	0,21	0,22
6239	<i>Fragilaria ulna</i>			ne	0,23	0,32	0,27
16996	<i>Fragilaria vaucheriae</i>	JA	oh/ind	ne	0,34	0,53	0,44
6428	<i>Gomphonema micropus</i>		oh/ind	ne	0,11	0,00	0,05
6867	<i>Gomphonema olivaceum</i>		oh/ind	ne	1,36	0,53	0,93
6158	<i>Gomphonema parvulum</i>	JA	oh/ind	ne	4,76	0,74	2,68
6437	<i>Gomphonema pumilum</i>		oh/ind	ne	0,45	0,00	0,22
6083	<i>Gyrosigma</i>		oh/ind	ne	0,11	0,00	0,05
6443	<i>Gyrosigma nodiferum</i>		oh/ind	ne	0,00	0,11	0,05
6005	<i>Melosira varians</i>		oh/ind	ne	6,34	7,71	7,05
6026	<i>Meridion circulare</i>		oh/ind	ne	1,25	1,06	1,15
6990	<i>Navicula</i>		oh/ind	ne	0,11	0,21	0,16
16653	<i>Navicula antonii</i>		oh/ind	ne	0,00	0,11	0,05
6868	<i>Navicula capitata</i> var. <i>capitata</i>		oh/ind	ne	0,34	0,11	0,22
6903	<i>Navicula confervacea</i>		oh/ind	ne	0,00	0,11	0,05
6858	<i>Navicula contenta</i>		hx	ne	0,11	0,32	0,22
6489	<i>Navicula gallica</i> var. <i>perpusilla</i>		hx	ne	2,38	0,00	1,15
6916	<i>Navicula goeppertiana</i>	JA	oh/ind	ne	0,11	0,00	0,05
6015	<i>Navicula gregaria</i>	JA	oh/ind	ne	3,51	6,97	5,30
6501	<i>Navicula ignota</i> var. <i>acceptata</i>		oh/ind	ne	0,11	0,00	0,05
6864	<i>Navicula lanceolata</i>		oh/ind	ne	7,25	4,33	5,74
6094	<i>Navicula menisculus</i>		oh/ind	ne	0,00	0,11	0,05
6095	<i>Navicula minima</i>	JA	oh/ind	ne	4,76	10,77	7,87
6861	<i>Navicula monoculata</i> var. <i>monoculata</i>		oh/ind	ne	0,00	0,11	0,05
6221	<i>Navicula reichardtiana</i>		oh/ind	ne	0,11	0,00	0,05
6192	<i>Navicula seminulum</i> var. <i>seminulum</i>	JA	oh/ind	ne	1,59	0,53	1,04
6106	<i>Navicula subhamulata</i>		oh/ind	ne	0,91	1,69	1,31
6831	<i>Navicula tripunctata</i>			ne	0,11	0,00	0,05
6870	<i>Navicula trivialis</i>	JA	oh/ind	ne	0,11	0,00	0,05
6890	<i>Navicula veneta</i>	JA	oh/ind	ne	0,45	0,74	0,60
26564	<i>Navicula vilaplani</i>		oh/ind	ne	0,00	0,11	0,05
6972	<i>Nitzschia</i>		oh/ind	ne	0,68	0,53	0,60

DV-Nr	Taxon	tolerant	Halobien-einstufung	RL D	links MW	rechts MW	beids. MW
6039	<i>Nitzschia amphibia</i>	JA	oh/ind	ne	1,02	0,53	0,77
6964	<i>Nitzschia capitellata</i>	JA	hp	ne	0,34	0,00	0,16
6242	<i>Nitzschia constricta</i>	JA	mh	ne	0,11	0,11	0,11
6008	<i>Nitzschia dissipata</i>		oh/ind	ne	1,81	1,69	1,75
6113	<i>Nitzschia dubia</i>		hp	ne	0,11	0,00	0,05
6025	<i>Nitzschia fonticola</i>			ne	0,23	0,00	0,11
26681	<i>Nitzschia frequens</i>				0,23	0,00	0,11
6196	<i>Nitzschia frustulum</i>	JA	hp	ne	0,23	0,32	0,27
6197	<i>Nitzschia gracilis</i>		oh/ind	ne	0,11	0,11	0,11
6114	<i>Nitzschia hungarica</i>	JA	mh	ne	0,11	0,00	0,05
16102	<i>Nitzschia levidensis</i> var. <i>salinarum</i>	JA	hp	ne	0,11	0,00	0,05
6024	<i>Nitzschia linearis</i>		oh/ind	ne	1,81	1,48	1,64
6011	<i>Nitzschia palea</i>	JA		ne	2,27	2,64	2,46
6029	<i>Nitzschia recta</i>		oh/ind	ne	0,34	0,00	0,16
6027	<i>Nitzschia sigmoidea</i>	JA	oh/ind	ne	0,00	0,11	0,05
6610	<i>Nitzschia sinuata</i> var. <i>delognei</i>		oh/ind	ne	0,00	0,11	0,05
6961	<i>Nitzschia sociabilis</i>			ne	1,25	1,58	1,42
6960	<i>Nitzschia sublinearis</i>		oh/ind	ne	0,11	0,00	0,05
6615	<i>Nitzschia tubicola</i>			ne	0,00	0,11	0,05
6616	<i>Nitzschia wuellerstorffii</i>		oh/ind	ne	0,00	0,11	0,05
6947	<i>Pennales</i>			ne	0,23	0,21	0,22
6151	<i>Pinnularia</i>		oh/ind	ne	0,11	0,00	0,05
6148	<i>Pinnularia borealis</i>		oh/ind	ne	0,23	0,00	0,11
6224	<i>Rhoicosphenia abbreviata</i>			ne	0,79	0,63	0,71
6225	<i>Simonsenia delognei</i>		oh/ind	ne	0,00	0,11	0,05
6131	<i>Stauroneis smithii</i>		oh/ind	ne	0,11	0,00	0,05
6009	<i>Stephanodiscus hantzschii</i>		hp	ne	0,00	0,11	0,05
6952	<i>Surirella</i>			ne	0,45	0,11	0,27
6133	<i>Surirella angusta</i>		oh/ind	ne	0,11	0,11	0,11
6228	<i>Surirella brebissonii</i> var. <i>kuetzingii</i>			ne	4,08	4,75	4,43
6136	<i>Surirella ovalis</i>		mh	ne	0,11	0,00	0,05
6694	<i>Surirella roba</i>		hx	ne	0,34	0,53	0,44
6696	<i>Surirella visurgis</i>		oh/ind	ne	0,34	0,00	0,16
6091	<i>Tabellaria flocculosa</i>		hx	ne	0,34	0,42	0,38

### 3.2.1.4 Bewertung Diatomeen

Entsprechend dem Verfahren der OGEV (2016) wird die Innerste unmittelbar oberhalb der Salzwassereinleitung im Bereich der Probestelle „Bahnbrücke Ahrbergen“ auf Basis der nachgewiesenen Diatomeen Zusammensetzung für den gesamten Monitoringzeitraum einem „mäßigen“ ökologischen Zustand bzw. einem „mäßigen“ ökologischen Potenzial zugeordnet (Tabelle 3.10).

Unterschiede in der Bewertung der **Ökologischen Zustands- bzw. Potenzialklasse** zwischen den beiden Uferseiten treten innerhalb des Monitoringzeitraums nur in wenigen Jahren auf und umfassten maximal eine Bewertungsklasse. Kam es zwischen den Uferseiten zu unterschiedlichen Einstufungen, wurde die Probe der linken Uferseite besser bewertet als die Probe vom rechten Ufer. Bei beidseitiger Betrachtung ergab sich immer eine mäßige Bewertung.

Zur besseren Übersicht enthält folgende Tabelle eine reduzierte Darstellung der Bewertungen als gemitteltetes Ergebnis beider Probendurchgänge pro Jahr auf Basis der Berechnung mit den zusammengefassten Artenlisten beider Uferseiten.

**Tabelle 3.10 Bewertungsergebnisse der Diatomeen an Probestelle 1 oberhalb der Salzeinleitung in der Innerste für zehn Monitoringjahre. Angegeben sind jeweils die zusammengefassten Ergebnisse beider Uferseiten und Probennahmen für verschiedene Bewertungsansätze.**

SW = Süßwasser; SG = erhöhter Salzgehalt; unbef. = unbefriedigend, ÖZK=Ökologische Zustandsklasse

Probestelle	Innerste, PS 1, Bahnbrücke Ahrbergen, oberhalb der Einleitung										
LAWA-Typ	Sand- und lehmgeprägte Tieflandflüsse										
Diatomeentyp	D 12.2										
Probenahme		2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024
Phylib (Version 7.0)	Halobienindex D	5,94	4,88	5,21	6,76	7,28	5,16	4,45	5,92	2,32	2,64
	Trophieindex D	2,90	2,90	2,85	3,02	2,88	2,89	2,94	2,82	2,87	2,58
	Referenzarten $\Sigma$	45,89	41,42	38,65	34,09	39,65	28,47	30,26	46,01	39,64	43,00
	ÖZK Diatomeen	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3
Alternative Bewertungsverfahren für Diatomeen											
TDI DVWK (1999)	Trophieindex TDI	2,79	2,92	3,00	3,04	2,95	2,95	2,85	2,80	2,76	2,67
	Trophiestatus	II-III	II-III	III	III	II-III	II-III	II-III	II-III	II-III	II
	Referenztrophy	eutroph 1	eutroph 1	eutroph 1	eutroph 1	eutroph 1	eutroph 1	eutroph 1	eutroph 1	eutroph 1	eutroph 1
	schemat. Bewertung	gut	gut	mäßig	mäßig	gut	gut	gut	gut	gut	sehr gut
Halobienindex nach Ziemann (1999)	HI Ai	8,17	6,33	7,38	8,99	9,14	8,67	7,51	7,30	3,28	1,58
	Salzstatus Ai	SW	SW	SW	SW	SW	SW	SW	SW	SW	SW
Trophieindex nach Rott et al. (1999)	Trophieindex	2,85	2,83	2,81	2,91	2,85	2,86	2,79	2,79	2,80	2,88
	Trophiestatus	eutr.-polytr.	eutr.-polytr.	eutr.-polytr.	eutr.-polytr.	eutr.-polytr.	eutr.-polytr.	eutr.-polytr.	eutr.-polytr.	eutr.-polytr.	eutr.-polytr.
Trophieindex nach Pfister et al. (2016)	Trophieindex	2,37	2,62	2,62	2,79	2,63	2,63	2,65	2,65	2,62	2,61
	Trophiestatus	eutroph	eutr.-polytr.	eutr.-polytr.	eutr.-polytr.	eutr.-polytr.	eutr.-polytr.	eutr.-polytr.	eutr.-polytr.	eutr.-polytr.	eutr.-polytr.
Abwassertolerante Arten	Anteil in %	22,37	20,12	27,60	25,45	23,24	25,56	18,94	20,37	20,54	22,81
Plankter	Anteil in %	3,19	2,44	3,33	1,38	2,80	3,72	3,82	1,59	5,79	3,58

Auf Basis alternativer Bewertungsverfahren werden ebenfalls stetig auftretende Defizite der Innerste bereits oberhalb der Salzeinleitung deutlich. Die Bewertung des Trophiestatus nach DVWK (1999) schwankt nach der **schematisierten Bearbeiterbewertung** überwiegend zwischen „gut“ und „mäßig“. Im aktuellen Monitoringjahr 2024 führt die schematisierte Bearbeiterbewertung auf Basis des errechneten Trophieindex erstmalig zu einer Einstufung in die Klasse „sehr gut“, wobei der Trophieindex im Bereich der Klassengrenze zu gut liegt. Insgesamt ist bei den Ergebnissen der schematisierten Bewertung zu berücksichtigen, dass an dieser Stelle von einem eutrophen Grundzustand der Innerste ausgegangen wird und die Bewertung daher tendenziell optimistisch ist.

Die Innerste wird auf Basis des **Halobienindex** nach ZIEMANN (1999) durchgängig als „typisches Süßwasser“ eingestuft. Die Indexwerte waren in der Vergangenheit zum Teil relativ hoch und befanden sich insbesondere in den Untersuchungsjahren 2018-2020 an der Grenze zur Einstufung „Süßwasser mit erhöhtem Salzgehalt“. Seit 2023 ist hingegen ein Rückgang der Halobienindices feststellbar.

Die **Trophieindizes** nach ROTT et al. (1999) und PFISTER et al. (2016) weisen für die Innerste mit einer Ausnahme durchgehend einen eutroph-polytrophen Trophiestatus aus und indizieren damit deutlich wirksame Eutrophierungserscheinungen. Nur im Jahr 2015 wird nach der Berechnung von PFISTER et al. (2016) ein eutropher Zustand indiziert.

Der Anteil **abwassertoleranter Diatomeenformen** ist in allen Proben erhöht. Im Mittel befindet sich der Wert für alle Untersuchungsjahre im Bereich der starken stofflichen Belastung.

Der Anteil **obligatorischer Plankter** ist insgesamt unauffällig.

Die detaillierte Betrachtung der Einzelergebnisse zeigt i.d.R. nur geringe Unterschiede. In einzelnen Jahren erzielten die Proben aus dem Frühjahr bessere Bewertungsergebnisse als die im (Spät)Sommer/Herbst entnommenen Proben. Über den gesamten Monitoringzeitraum waren die Unterschiede zwischen den frühen und den späten Probedurchgängen jedoch nicht signifikant. Über die Auswertung der Anteile verschmutzungstoleranter Taxa wird über den gesamten Monitoringzeitraum betrachtet eine tendenziell stärkere stoffliche Belastung der linken Uferseite angedeutet.

Im Folgenden sind die Bewertungsergebnisse der Untersuchung aus dem Frühjahr **2024** detailliert dargestellt.

**Tabelle 3.11 Bewertungsergebnisse der Diatomeen an Probestelle 1 oberhalb der Salzeinleitung für zwei Durchgänge im Untersuchungsjahr 2024. Angegeben sind die Ergebnisse der rechten und linken Uferseite, sowie die zusammengefasste Bewertung beider Uferseiten für verschiedene Verfahren.**

SW = Süßwasser; SG = erhöhter Salzgehalt; unbef. = unbefriedigend, ÖZK=Ökologische Zustandsklasse; n.g.= nicht gesichert

Probestelle		Innerste, PS 1, Bahnbrücke Ahrbergen, oberhalb der Einleitung					
LAWA-Typ		Typ 15; Sand- und lehmgeprägte Tieflandflüsse					
Diatomeentyp		D 12.2					
Probenahme		Mai 2024			Juli 2024		
		links	rechts	gesamt	links	rechts	gesamt
Phylib (Version 7.0)	Halobienindex D	0,76	0,00	1,33	1,58	4,53	3,95
	Trophieindex D	2,467	2,56	2,568	2,568	2,714	2,568
	Referenzarten $\Sigma$	42,718	32,079	36,68	46,897	53,883	49,321
	ÖZK Diatomeen	3	3	3	3 (n.g.)	3	3
Alternative Bewertungsverfahren für Diatomeen							
TDI DVWK (1999)	Trophieindex TDI	2,73	2,77	2,75	2,91	2,39	2,60
	Trophiestatus	II-III	II-III	II-III	II-III	II	II
	Referenztrophi	eutroph 1	eutroph 1	eutroph 1	eutroph 1	eutroph 1	eutroph 1
	schematisierte Bewertung	gut	gut	gut	gut	sehr gut	sehr gut
Halobienindex nach Ziemann (1999)	HI Ai	0,00	0,00	2,23	2,84	-3,07	0,93
	Salzstatus Ai	SW	SW	SW	SW	SW	SW
Trophieindex nach Rott et al. (1999)	Trophieindex	2,79	2,92	2,86	2,91	2,91	2,91
	Trophiestatus	eutr.-polytr.	eutr.-polytr.	eutr.-polytr.	eutr.-polytr.	eutr.-polytr.	eutr.-polytr.
Trophieindex nach Pfister et al. (2016)	Trophieindex	2,48	2,57	2,53	2,67	2,71	2,69
	Trophiestatus	eutr.-polytr.	eutr.-polytr.	eutr.-polytr.	eutr.-polytr.	eutr.-polytr.	eutr.-polytr.
Abwassertolerante Arten	Anteil in %	15,19	29,62	22,24	26,70	19,90	23,39
Plankter	Anteil in %	6,58	4,72	5,61	1,58	0,00	1,56

Im aktuellen Untersuchungsjahr 2024 werden alle Proben aus dem oberhalb der Einleitung gelegenen Gewässerabschnitt durch das Programm PHYLIB in die Klasse „mäßig“ eingestuft. Das Ergebnis der Sommerprobe (Juli) vom linken Ufer ist nicht gesichert, das der Anteil aerophiler Diatomeentaxa knapp über dem Schwellenwert von 5,0% liegt, der im Phylib-Verfahren zu einem ungesicherten Bewertungsergebnis führt.

Auf Basis des Trophieindex nach DVWK (1999) zeigen die Proben überwiegend ein stark eutrophes Milieu an (TDI Wertebereich II-III = eutroph 2). Ausgehend von einem schwach eutrophen Grundzustand (Referenztrophiestatus eutroph 1) wird der trophische Zustand der Innerste nach der schematisierten Bearbeiterbewertung überwiegend mit „gut“ bewertet. Die Juli Probe vom rechten Ufer wird mit „sehr gut“ bewertet, wodurch auch die zusammengefasste Probe beider Uferseiten mit „sehr gut“ bewertet wird. Der errechnete Indexwert liegt jedoch im Bereich der Klassengrenze.

Die Trophieindices nach ROTT (1999) bzw. PFISTER (2016) indizieren eu- bis polytrophe Bedingungen. Auch diese Indices zeigen im Vergleich zu den Vorjahren keine wesentliche Veränderung.

Die Anteile abwassertoleranter Formen indizieren deutliche bis starke saprobielle Belastungen der Innerste in diesem Gewässerabschnitt.

Auf Basis des Halobienindex (ZIEMANN, 1999) wird keine Salzbelastung in diesem Gewässerabschnitt indiziert. Wie auch in den Vorjahren wird die Innerste auf Basis dieses Ansatzes als „typisches Süßwasser“ klassifiziert.

**Bearbeiterbewertung der Diatomeen oberhalb der Einleitung: mäßig**

### 3.2.1.5 Ergebnisse und Bewertung Phytobenthos ohne Diatomeen (POD)

Im aktuellen Monitoringjahr 2024 wurde diese floristische Qualitätskomponente nicht erfasst. Bei den Untersuchungen 2016 und 2022 war diese Probestelle überwiegend durch Arten geprägt die ein meso- bis eutrophes Milieu repräsentieren. Insgesamt verfügen die hier festgestellten Taxa über eine eher breite ökologische Valenz. Diese Aussage gilt gleichermaßen für trophische und saprobielle Belastungen, aber auch im Hinblick auf die Salztoleranz. Da keine ausgeprägten Massenvorkommen einzelner Arten auftraten und ausgesprochene Störzeiger allenfalls vereinzelt festgestellt wurden, wurde der Zustand der Innerste auf Basis der Qualitätskomponente Phytobenthos ohne Diatomeen (PoD) in beiden Untersuchungsjahren jeweils in die Zustands- bzw. Potenzialklasse „gut“ eingestuft.

Die nachfolgende Tabelle fasst die Bewertungsergebnisse des Programms PHYLIB (BAYLFU 2012ff) im Sinne der OGEV (2016) auf Basis der Teilkomponente PoD zusammen.

**Tabelle 3.12 Zustandsklasse der Probestelle 1 „Bahnbrücke Ahrbergen“ oberhalb der Einleitung auf Basis der Teilkomponente PoD für die Untersuchungsjahre 2016 und 2022 (PHYLIB Version 6.2.2).**

PB = Phytobenthos, Bew. = Bewertung, dez. = dezimal

Messstelle	LAWA-Typ	PB Typ	PB-Index	PB-Bew. dez.	PB Bewertung
PS 1, Bahnbrücke Ahrbergen 2016	15	PB 10	0,681	1,89	gut
PS 1, Bahnbrücke Ahrbergen 2022	15	PB 10	0,650	2,10	gut



### 3.2.1.6 Ergebnisse und Bewertung Makrophyten

Im aktuellen Monitoringjahr 2023 wurde diese floristische Qualitätskomponente nicht erfasst. Bei den Untersuchungen 2016, 2019 und 2022 wurde die Makrophytengesellschaft überwiegend durch den Störzeiger *Sparganium emersum* dominiert. Diese Art findet sich überwiegend in langsam fließenden, mehr oder weniger nährstoffreichen Gewässern. Vorkommen von *Fontinalis antipyretica*, einer Charakterart rhithral geprägter Fließgewässer traten auf den Steinen der Ufersicherung auf, bildeten aber nur in einzelnen Jahren größere Deckungsgrade aus. Insgesamt ist die Makrophytengesellschaft in diesem Gewässerabschnitt der Innerste äußerst artenarm.

**Tabelle 3.13 Gesamtartenliste Makrophyten im Bereich der Probestelle 1 „Bahnbrücke Ahrbergen“ oberhalb der Einleitung in der Innerste in den Untersuchungsjahren 2016, 2019 und 2022 (PHYLIB Version 6.2.2).**

Pflanzenmenge (Häufigkeitsklasse): Skala von 1 (=sehr selten) bis 5 (= massenhaft); Wuchsform (S=submers, E=emers, F/Sb=Freischwimmend/Schwimblatt)

DV-Nr.	Taxon-Name	Indikatorgruppe	Wuchs	Pflanzenmenge		
				2016	2019	2022
2000	<i>Fontinalis antipyretica</i>	A	S	3	-	1
2018	<i>Lemna minor</i>	C	F / Sb	1	-	-
2992	<i>Sparganium emersum</i>	C	S / E	3	3	3

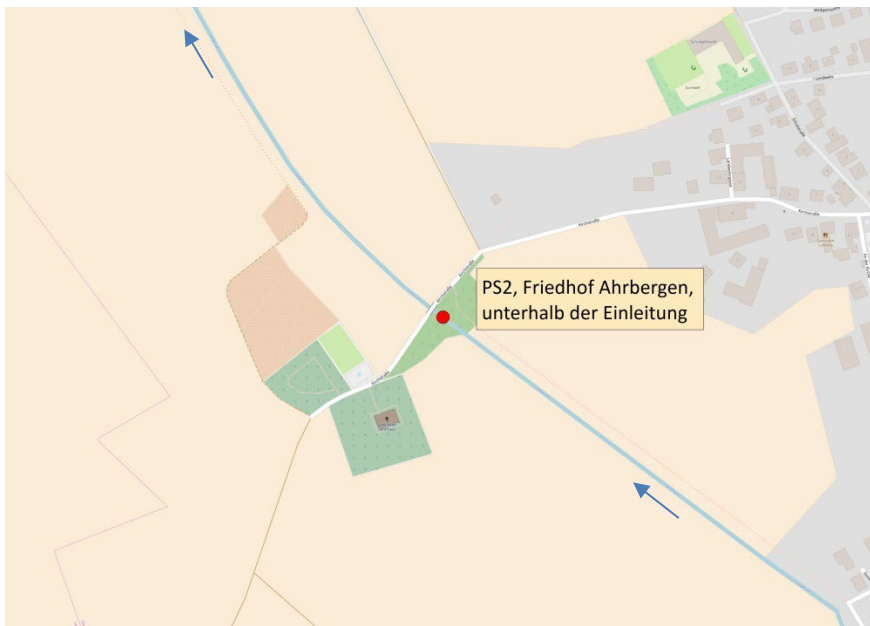
Auf Basis der festgestellten Artenvorkommen und -häufigkeiten wird der ökologische Zustand bzw. das ökologische Potenzial der Qualitätskomponente Makrophyten durch das Bewertungsprogramm PHYLIB sehr unterschiedlich bewertet. Die Unterschiede in den Einstufungen werden primär von der Präsenz und Verbreitung der wertgebenden Art *Fontinalis antipyretica* hervorgerufen.

Die nachfolgende Tabelle fasst die Bewertungsergebnisse des Programms PHYLIB (BAYLFU 2012ff) auf Basis der Teilkomponente Makrophyten zusammen.

**Tabelle 3.14 Zustandsklasse der Probestelle „Bahnbrücke Ahrbergen“ oberhalb der Einleitung auf Basis der Teilkomponente Makrophyten aus den Untersuchungsjahren 2016, 2019 und 2022**

Probestelle	Innerste, PS 1, Bahnbrücke Ahrbergen		
LAWA-Typ	15		
MKP Typ	TRm		
Jahr	2016	2019	2022
MKP-Index	0,491	0	0,036
Anzahl submerser Taxa M	3	1	2
eingestufte Taxa [%] M	100	100	100
Gesamtquantität submers M	55	27	28
MKP Bewertung	gut	schlecht	unbefriedigend
Ergebnis	gesichert	nicht gesichert	gesichert

### 3.2.2 Probestelle 2, „Friedhof Ahrbergen“



Koordinaten:

3559481

5787864

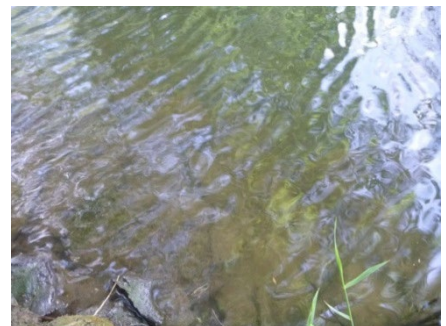
**Abbildung 3.8 Übersicht zur Lage der Probestelle 2 an der Innerste unterhalb der Einleitung des Hartsalzwerks Siegfried-Giesen**



**Abbildung 3.9 Übersichtsfoto der Probestelle 2 an der Innerste: Aufwärts**



**Abbildung 3.10 Übersichtsfoto der Probestelle 2 an der Innerste: Abwärts**



**Abbildung 3.11 Detailfoto der Probestelle 2 an der Innerste.**

Im Bereich der Probestelle unterhalb der Einleitung fließt die Innerste sehr langsam. Das Gewässer ist mit einer Tiefe von bis zu 2,0m nicht durchwatenbar. Die Ufer fallen überwiegend steil ab und sind durch Steine und Pflöcke gesichert. Dort wo das Sohlsubstrat sichtbar ist besteht es aus Steinen, die deutlich mit Feinmaterialablagerungen überzogen sind sowie aus weiteren Feinsubstraten. Weiterhin sind flutende Teile von Wurzeln sowie der Ufervegetation vorhanden.

Im Rahmen der Monitoringuntersuchungen zwischen 2015 und 2024 waren die physikalisch-chemischen Gewässerparameter an dieser Probestelle weitgehend unauffällig. Sauerstoffgehalte und pH-Werte bewegten sich i.d.R. in einem Bereich, der für sand- und lehmgeprägte Tieflandflüsse als gewässertypisch zu bezeichnen ist. Die Messwerte der elektrischen Leitfähigkeit lagen hingegen zwischen 900 und 1.360  $\mu\text{S}/\text{cm}$  und somit deutlich oberhalb des Bereichs, der von POTTGIEßER (2018) gewässertypisch charakterisiert wird (max. 850  $\mu\text{S}/\text{cm}$ ). Im Vergleich zur Probestelle 1 war die Leitfähigkeit bis Ende des Jahres 2023 durch die Einleitung der K+S Minerals and Agriculture GmbH in der Regel erhöht.

Die Messergebnisse aus dem Mai 2024 decken sich weitgehend mit den Werten der Vorjahre. Sie unterscheiden sich nicht wesentlich von den Messwerten der Probestelle 1. Die Leitfähigkeit ist noch immer als erhöht zu bezeichnen, im Gegensatz zu den Vorjahren ist sie jedoch nicht durch die Einleitung der K+S Minerals and Agriculture GmbH beeinflusst.

**Tabelle 3.15 Chemisch-physikalische Parameter zum jeweiligen Untersuchungszeitpunkt 2024 an der Probestelle 2 „Friedhof Ahrbergen“**

Datum	Ufer	Temp.[°C]	LF [ $\mu\text{S}/\text{cm}$ ]	pH	O <sub>2</sub> [%]	O <sub>2</sub> [mg/l]
07.05.2024	rechts	13,8	900	8,0	121,7	12,5
	links	13,8	898	8,1	121,0	12,4

### 3.2.2.1 Ergebnisse Makrozoobenthos

**Tabelle 3.16 Artenliste des Makrozoobenthos an der Probestelle 2 „Friedhof Ahrbergen für den Zeitraum 2015 bis 2024.**

Angegeben ist jeweils der Mittelwert der linken und rechten Uferseite in Individuen pro 1,25 m<sup>2</sup>

DV-Nr	Taxa	Familie	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024
5013	<i>Hydracarina</i>	Acari	225	46	0	0	200	700	0	0	0	0
1079	<i>Gammarus</i>	Amphipoda	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0
1002	<i>Gammarus pulex</i>	Amphipoda	52	15	3	76	36	31	2	2	2	22
1121	<i>Niphargus</i>	Amphipoda	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0
68	<i>Cyphon (Larve)</i>	Coleoptera	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0
112	<i>Elmis (Larve)</i>	Coleoptera	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3
20919	<i>Halipius (Halipidius)</i>	Coleoptera	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0
20537	<i>Halipius (Halipius)</i>	Coleoptera	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
102	<i>Halipius (Larve)</i>	Coleoptera	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0
138	<i>Hydraena (Larve)</i>	Coleoptera	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2
10062	<i>Hydroporinae (Larve)</i>	Coleoptera	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2
359	<i>Limnius (Larve)</i>	Coleoptera	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2
20952	<i>Nebrioporus depressus / elegans</i>	Coleoptera	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
20154	<i>Nebrioporus depressus elegans</i>	Coleoptera	1	0	1	2	1	3	1	0	0	0
26	<i>Orectochilus villosus (Larve)</i>	Coleoptera	0	0	0	0	0	0	1	0	1	1
113	<i>Oulimnius</i>	Coleoptera	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0
113	<i>Oulimnius (Larve)</i>	Coleoptera	0	0	0	0	0	0	3	0	0	13
17	<i>Oulimnius tuberculatus</i>	Coleoptera	0	0	0	0	0	0	0	0	0	5
21	<i>Platambus maculatus</i>	Coleoptera	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1
40	<i>Stictotarsus duodecimpustulatus</i>	Coleoptera	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0

DV-Nr	Taxa	Familie	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024
609	<i>Atrichops crassipes</i>	Diptera - Athericidae	1	0	0	0	0	1	0	1	4	4
20965	<i>Ceratopogoninae / Palpomyiinae</i>	Diptera – Ceratopogonidae	1	3	12	0	4	9	7	3	6	14
911	<i>Chironomidae</i>	Diptera - Chironomidae	8	12	16	25	0	22	41	0	0	0
910	<i>Chironomini</i>	Diptera - Chironomidae	7	9	22	35	72	5	12	234	7	14
106	<i>Orthocladiinae</i>	Diptera - Chironomidae	0	0	0	0	0	0	0	0	20	33
604	<i>Prodiamesa olivacea</i>	Diptera - Chironomidae	2	11	6	0	0	0	15	15	1	2
502	<i>Tanypodinae</i>	Diptera - Chironomidae	25	22	47	3	54	21	30	204	7	20
605	<i>Tanytarsini</i>	Diptera - Chironomidae	5	29	8	12	16	50	54	0	20	11
599	<i>Hemerodromia</i>	Diptera - Empididae	0	0	0	0	0	0	1	0	0	2
20489	<i>Helius</i>	Diptera - Limoniidae	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0
120	<i>Limoniidae</i>	Diptera - Limoniidae	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3
121	<i>Psychodidae</i>	Diptera - Psychodidae	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0
762	<i>Simulium</i>	Diptera - Simuliidae	5	0	0	0	0	0	0	0	0	3
146	<i>Tipula s. l.</i>	Diptera - Tipulidae	0	0	0	0	0	0	0	0	1	2
7	<i>Baetis</i>	Ephemeroptera	0	4	0	0	2	0	2	0	0	0
739	<i>Baetis buceratus</i>	Ephemeroptera	0	4	0	0	0	0	0	0	0	0
277	<i>Baetis lutheri</i>	Ephemeroptera	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0
348	<i>Baetis muticus</i>	Ephemeroptera	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0
107	<i>Baetis rhodani</i>	Ephemeroptera	0	0	0	3	0	0	0	0	0	0
278	<i>Baetis vernus</i>	Ephemeroptera	0	0	0	17	0	0	0	0	0	0
847	<i>Caenis luctuosa</i>	Ephemeroptera	0	0	0	0	0	0	0	0	4	0
20957	<i>Caenis macrura - Gruppe</i>	Ephemeroptera	0	0	0	0	0	0	3	0	0	0
252	<i>Centroptilum luteolum</i>	Ephemeroptera	88	49	48	32	74	120	83	6	24	28
20021	<i>Serratella ignita</i>	Ephemeroptera	0	0	0	0	0	2	0	1	0	3
267	<i>Siphonurus aestivalis</i>	Ephemeroptera	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
686	<i>Cymatia coleoptrata</i>	Heteroptera	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0
10154	<i>Micronecta</i>	Heteroptera	26	7	0	2	9	0	5	16	7	6
10145	<i>Sigara lateralis</i>	Heteroptera	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0
10205	<i>Veliidae</i>	Heteroptera	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2
1169	<i>Erpobdella</i>	Hirudinea	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0
1066	<i>Erpobdella nigricollis</i>	Hirudinea	0	2	1	0	0	0	0	0	0	0
1000	<i>Erpobdella octoculata</i>	Hirudinea	0	2	2	0	0	0	0	0	0	1
1017	<i>Glossiphonia complanata</i>	Hirudinea	0	0	1	0	0	0	0	0	1	0
1004	<i>Asellus aquaticus</i>	Isopoda	11	13	2	6	7	10	2	7	0	7
1954	<i>Proasellus</i>	Isopoda	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3
1107	<i>Proasellus coxalis</i>	Isopoda	7	5	0	3	0	7	10	0	1	0
46	<i>Sialis</i>	Megaloptera	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
248	<i>Sialis lutaria</i>	Megaloptera	0	2	1	0	0	0	2	0	0	0
1398	<i>Bithynia leachii leachii</i>	Mollusca	0	0	0	0	0	0	0	0	0	4
1009	<i>Bithynia tentaculata</i>	Mollusca	0	0	1	2	0	2	2	2	11	3
1024	<i>Gyraulus albus</i>	Mollusca	0	0	0	0	0	0	3	0	0	0
1958	<i>Physella acuta</i>	Mollusca	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
1037	<i>Pisidium</i>	Mollusca	8	6	36	6	0	4	12	3	6	9
1982	<i>Pisidium amnicum</i>	Mollusca	0	0	0	0	0	0	0	4	2	0
1409	<i>Radix balthica</i>	Mollusca	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0
1115	<i>Sphaerium</i>	Mollusca	23	24	6	11	20	27	2	0	5	4
1012	<i>Sphaerium corneum</i>	Mollusca	0	0	0	0	0	0	0	23	0	0
1085	<i>Valvata piscinalis</i>	Mollusca	0	0	8	0	0	0	0	5	1	0
1277	<i>Nematomorpha</i>	Nematomorpha	0	0	0	0	2	0	0	0	0	6
268	<i>Sisyra</i>	Neuroptera	0	0	0	0	0	0	0	2	0	0
310	<i>Calopteryx</i>	Odonata	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0
124	<i>Calopteryx splendens</i>	Odonata	7	0	0	0	0	3	0	0	0	1
308	<i>Coenagrion</i>	Odonata	0	2	5	0	0	0	0	0	0	0

DV-Nr	Taxa	Familie	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024
909	<i>Coenagrionidae</i>	Odonata	0	0	0	0	0	0	2	0	0	1
159	<i>Ischnura elegans</i>	Odonata	0	0	0	0	0	10	0	0	0	0
101	<i>Platycnemis pennipes</i>	Odonata	1	3	2	0	0	10	9	11	13	8
1356	<i>Aulodrilus pluriset</i>	Oligochaeta (Para- bzw. Polyphyla)	21	6	9	0	0	0	0	16	0	0
1092	<i>Eiseniella tetraedra</i>	Oligochaeta (Para- bzw. Polyphyla)	0	0	1	0	0	0	0	6	3	1
1110	<i>Limnodrilus</i>	Oligochaeta (Para- bzw. Polyphyla)	0	0	43	0	2	10	17	19	0	15
1052	<i>Limnodrilus claparedeianus</i>	Oligochaeta (Para- bzw. Polyphyla)	0	0	10	0	6	0	0	0	0	0
1093	<i>Limnodrilus hoffmeisteri</i>	Oligochaeta (Para- bzw. Polyphyla)	9	12	33	0	6	0	0	8	4	3
1094	<i>Lumbriculus variegatus</i>	Oligochaeta (Para- bzw. Polyphyla)	0	25	0	0	11	45	7	6	0	2
1938	<i>Oligochaeta</i>	Oligochaeta (Para- bzw. Polyphyla)	38	0	0	44	0	0	0	0	38	0
5186	<i>Ophidonais serpentina</i>	Oligochaeta (Para- bzw. Polyphyla)	0	0	0	0	0	0	3	0	0	0
1191	<i>Potamotheix hammoniensis</i>	Oligochaeta (Para- bzw. Polyphyla)	46	25	20	0	0	10	4	0	2	4
1192	<i>Potamotheix moldaviensis</i>	Oligochaeta (Para- bzw. Polyphyla)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	8
1077	<i>Psammoryctides barbatus</i>	Oligochaeta (Para- bzw. Polyphyla)	0	0	3	0	4	12	0	3	0	0
1947	<i>Rhynchelmis limosella</i>	Oligochaeta (Para- bzw. Polyphyla)	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0
1357	<i>Spirosperma ferox</i>	Oligochaeta (Para- bzw. Polyphyla)	9	31	0	0	0	0	0	0	6	0
1106	<i>Stylodrilus heringianus</i>	Oligochaeta (Para- bzw. Polyphyla)	0	0	0	0	0	7	0	0	0	0
1167	<i>Tubifex</i>	Oligochaeta (Para- bzw. Polyphyla)	0	12	6	0	3	7	9	0	2	0
1087	<i>Tubifex tubifex</i>	Oligochaeta (Para- bzw. Polyphyla)	9	31	0	0	16	0	0	19	0	0
5972	<i>Cladocera</i>	Phyllopoda	0	0	5	0	0	0	0	0	0	0
10172	<i>Leuctra geniculata</i>	Plecoptera	0	0	0	1	0	0	0	0	0	6
306	<i>Leuctra nigra</i>	Plecoptera	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1088	<i>Ephydatia fluviatilis</i>	Spongillidae	0	0	0	0	0	0	0	2%	0	0
14	<i>Anabolia nervosa</i>	Trichoptera	13	62	9	38	2	41	30	0	2	0
999	<i>Athripsodes</i>	Trichoptera	2	0	1	0	0	0	1	0	1	0
211	<i>Athripsodes cinereus</i>	Trichoptera	3	0	5	1	1	0	0	0	0	3
487	<i>Ceraclea</i>	Trichoptera	0	0	0	0	0	0	0	0	0	10
724	<i>Ceraclea albimacula</i>	Trichoptera	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0
793	<i>Ceraclea dissimilis</i>	Trichoptera	0	0	0	0	0	0	0	2	0	6
42	<i>Chaetopteryx villosa</i>	Trichoptera	0	0	0	0	0	3	0	0	0	0
423	<i>Cheumatopsyche lepida</i>	Trichoptera	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
69	<i>Cyrnus trimaculatus</i>	Trichoptera	8	4	1	0	6	3	2	19	6	8
15	<i>Halesus</i>	Trichoptera	0	0	0	0	0	0	4	0	0	0
194	<i>Halesus radiatus</i>	Trichoptera	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0
115	<i>Hydropsyche pellucidula</i>	Trichoptera	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0
848	<i>Hydropsyche siltalai</i>	Trichoptera	3	0	0	1	0	0	0	0	0	0
331	<i>Hydroptila</i>	Trichoptera	23	11	0	0	0	2	0	0	10	17
714	<i>Ithytrichia lamellaris</i>	Trichoptera	0	0	0	0	0	6	1	0	0	3
207	<i>Lepidostoma hirtum</i>	Trichoptera	2	0	0	1	0	0	0	0	0	0
37	<i>Leptocerus</i>	Trichoptera	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0
20923	<i>Limnephilini</i>	Trichoptera	0	0	0	0	0	0	2	0	0	0
148	<i>Limnephilus</i>	Trichoptera	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0
220	<i>Limnephilus lunatus</i>	Trichoptera	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0
127	<i>Limnephilus rhombicus</i>	Trichoptera	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0
858	<i>Lype reducta</i>	Trichoptera	6	0	0	1	0	0	1	0	3	1
506	<i>Molanna angustata</i>	Trichoptera	0	8	0	0	1	0	0	0	0	0
362	<i>Mystacides</i>	Trichoptera	0	0	0	0	0	0	0	0	5	0

DV-Nr	Taxa	Familie	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024
451	<i>Mystacides azurea</i>	Trichoptera	0	11	3	0	0	3	3	0	1	2
20944	<i>Mystacides longicornis / nigra</i>	Trichoptera	0	0	0	0	0	2	0	0	1	3
453	<i>Neureclipsis bimaculata</i>	Trichoptera	4	0	0	0	0	0	0	0	0	0
622	<i>Oecetis notata</i>	Trichoptera	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0
144	<i>Plectrocnemia conspersa</i>	Trichoptera	0	0	0	0	0	0	1	0	1	1
12	<i>Polycentropus flavomaculatus</i>	Trichoptera	6	11	0	0	0	4	0	0	1	3
324	<i>Psychomyia pusilla</i>	Trichoptera	2	0	0	0	0	0	0	0	0	14
117	<i>Rhyacophila nubila</i>	Trichoptera	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0
20098	<i>Tinodes assimilis</i>	Trichoptera	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0
1007	<i>Dendrocoelum lacteum</i>	Turbellaria (Para- bzw. Polyphyla)	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0
1243	<i>Dendrocoelum romanodanubiale</i>	Turbellaria (Para- bzw. Polyphyla)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
1946	<i>Dugesia</i>	Turbellaria (Para- bzw. Polyphyla)	0	0	0	0	0	0	3	0	2	2
1011	<i>Dugesia gonocephala</i>	Turbellaria (Para- bzw. Polyphyla)	0	5	0	0	0	0	0	0	0	0
1090	<i>Dugesia lugubris</i>	Turbellaria (Para- bzw. Polyphyla)	0	0	0	0	0	0	0	4	0	0
1122	<i>Polycelis nigra / tenuis</i>	Turbellaria (Para- bzw. Polyphyla)	1	4	0	1	2	0	2	0	0	3
Anzahl Taxa			38	38	34	28	28	34	48	34	44	63
Summe Individuen			710	530	377	332	560	1.193	424	647	238	367

Unterhalb der Einleitung ist im gesamten Monitoringzeitraum eine geringfügig niedrigere Artenzahl als oberhalb festzustellen. Allerdings ist die Anzahl der gefangenen Individuen signifikant geringer.

Analog zur Entwicklung oberhalb der Einleitung nahm die Anzahl nachgewiesener Taxa bis 2020 tendenziell ab. Ab 2020 etablierte sich wieder eine deutlich diverser ausgestaltete Makrozoobenthoszönose.

Mit 63 Taxa wurde im aktuellen Untersuchungsjahr 2024 die höchste Artenzahl im gesamten Monitoringzeitraum festgestellt.

Insgesamt dominieren ähnlich wie oberhalb der Einleitung Chironomiden und Oligochaeta, sowie Arten langsam fließender, nährstoffreicher Gewässer wie *Centropilum luteolum* (Ephemeroptera). Die in früheren Jahren recht häufige Art *Anabolia nervosa* (Trichoptera) zeigte in den letzten drei Jahren einen Rückgang. Auch im Gewässerabschnitt unterhalb der Einleitung setzt sich die Makrozoobenthoszönose hauptsächlich aus Arten mit breiter ökologischer Valenz und Belastungstoleranz zusammen. Zudem wurden im Vergleich zu der Probestelle oberhalb der Einleitung deutlich weniger Taxa aus der Gruppe der Coleoptera und etwas weniger Trichoptera nachgewiesen.

Die EPT-Fauna (**E**phemeroptera, **P**lecoptera und **T**richoptera) ist gesamtheitlich deutlich schwächer ausgebildet als oberhalb der Einleitung. Die Gruppe der Eintagsfliegen (Ephemeroptera) ist zwar immerhin mit neun Taxa vertreten, jedoch wurden fünf Arten der Gattung *Baetis* jeweils nur in einem einzigen Monitoringjahr festgestellt (*Baetis buceratus* in 2016 und *B. vernus*, *B. rhodani*, *B. lutheri*, sowie *B. muticus* in 2018). In 2021 wurden zudem erstmals Taxa der Gattung *Caenis* festgestellt. Im aktuellen Monitoringjahr 2024 konnten *Centropilum luteolum* (28 Individuen), *Serratella*



*ignita* (3 Individuen) und *Siphonurus aestivalis* (1 Individuum) nachgewiesen werden. Insgesamt wurden somit drei Taxa der Ephemeroptera im Untersuchungsjahr 2024 belegt.

Die Gruppe der Köcherfliegen (Trichoptera) ist im gesamten Monitoringzeitraum mit 26 Taxa vertreten. Nachdem im ersten Untersuchungsdurchgang elf Taxa nachgewiesen werden konnten, nahm die Artenzahl in den Folgejahren tendenziell ab. Im aktuellen Jahr 2024 konnten 13 Taxa aus dieser Gruppe erfasst werden. Am häufigsten war dabei *Psychomyia pusilla* mit 14 und die Gattung *Hydroptila* mit 17 Individuen.

Die Steinfliegen (Plecoptera) konnten in der Vergangenheit insgesamt nur mit drei Individuen der Gattung *Leuctra* nachgewiesen werden (*L. nigra* in 2016 und *L. geniculata* in 2018) und fehlen danach bis einschließlich 2023 vollständig. Diesjährig konnte die Gattung *Leuctra* mit der Art *Leuctra geniculata* und 6 Individuen wieder nachgewiesen werden.

Innerhalb des gesamten Untersuchungszeitraums von 2015 bis 2024 konnten sechs Arten der Roten Liste Deutschlands nachgewiesen werden (Tabelle 3.18). Auf der roten Liste Niedersachsen stehen insgesamt 14 der hier gefundenen Arten. Diesjährig wurden mit *Ithytrichia lamellaris* und *Lepidostoma hirtum* zwei gefährdete Trichoptera Arten der Roten Liste Deutschland nachgewiesen. Auch die Libelle *Calopteryx splendens* wurde 2024 wieder nachgewiesen und steht auf der Vorwarnliste der Roten Liste Deutschland.

**Tabelle 3.17 Arten der Roten Liste Deutschlands und Niedersachsens für das Makrozoobenthos an der Probestelle 2 „Friedhof Ahrbergen“ für den Zeitraum 2015 bis 2024.**

Angegeben ist jeweils der Mittelwert der linken und rechten Uferseite in Individuen pro 1,25 m<sup>2</sup> ; Rote Liste Deutschland (RL D) und Rote Liste Niedersachsen (RL Nds.): 0 = Ausgestorben oder verschollen, 1 = Vom Aussterben bedroht, 2 = stark gefährdet, 3 = gefährdet, V = Vorwarnliste, \* = derzeit keine Gefährdung erkennbar. F = Flachland, H = Hügelland; Hellgrün hinterlegt sind die Funde aus dem aktuellen Untersuchungsjahr

DV-Nr.	Taxon	System	RL D	RL NDS	Letzter Fund
26	<i>Orectochilus villosus</i> (Larve)	Coleoptera		H3	2023
739	<i>Baetis buceratus</i>	Ephemeroptera	3	F2 H2	2016
277	<i>Baetis lutheri</i>	Ephemeroptera		H2	2018
847	<i>Caenis luctuosa</i>	Ephemeroptera		H3	2023
124	<i>Calopteryx splendens</i>	Odonata	V	*	2024
159	<i>Ischnura elegans</i>	Odonata		*	2020
101	<i>Platycnemis pennipes</i>	Odonata		*	2023
10172	<i>Leuctra geniculata</i>	Plecoptera	3	F0 H1	2024
714	<i>Ithytrichia lamellaris</i>	Trichoptera	3	F3	2024
207	<i>Lepidostoma hirtum</i>	Trichoptera		H3	2018
506	<i>Molanna angustata</i>	Trichoptera		H0	2019
453	<i>Neureclipsis bimaculata</i>	Trichoptera		H2	2015
622	<i>Oecetis notata</i>	Trichoptera		F2 H1	2021
324	<i>Psychomyia pusilla</i>	Trichoptera		F2	2015
20098	<i>Tinodes assimilis</i>	Trichoptera	2		2022
1982	<i>Pisidium amnicum</i>	Mollusca	2		2023

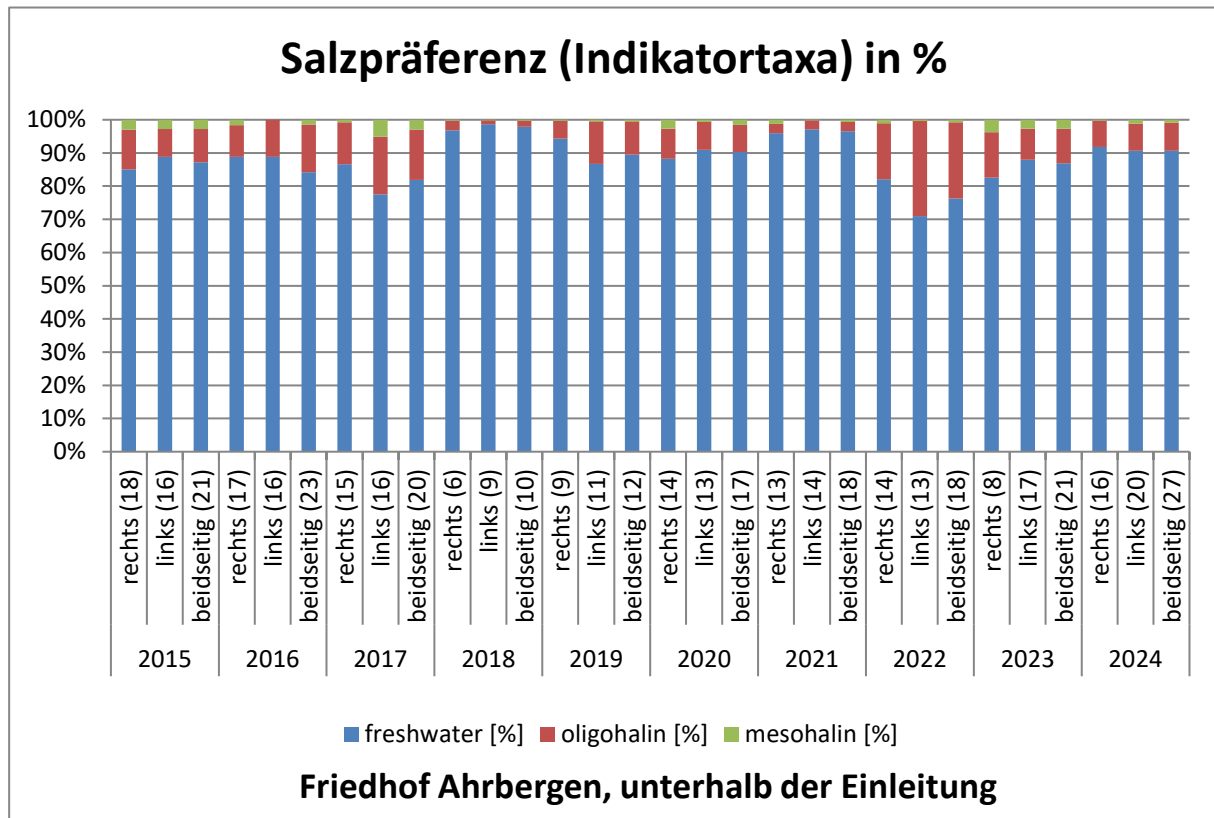


Die Auswertung der Metric „Salzpräferenz“ für die Probestelle 2 unterhalb der Einleitung zeigt ebenso wie die Zusammensetzung des Makrozoobenthos an der Probestelle oberhalb der Einleitung eine deutliche Dominanz an Süßwasserarten. Bei der zusammengefassten Auswertung beider Uferseiten liegt der Anteil der berücksichtigten Indikatortaxa, die aufgrund ihrer Präferenz als Süßwasserart eingestuft werden, im gesamten Monitoringzeitraum bei über 80%. Der Anteil eingestufte Süßwassertaxa ist somit etwas geringer als an der Probestelle oberhalb der Einleitung. Diese Aussage gilt auch für die Probe aus dem Mai 2024. Obwohl seit Januar 2024 keine salzhaltigen Wässer mehr durch die K+S Minerals and Agriculture GmbH in die Innerste eingeleitet wurden, traten oligo- und mesohalobe Arten an der Probestelle 2 auch im Mai 2024 etwas häufiger in Erscheinung. Aus Sicht der Bearbeiter ist das Ergebnis 2024 insbesondere durch die unterschiedliche Hydromorphologie bzw. Fließgeschwindigkeit der Probestelle 2 gegenüber der Probestelle 1 erklärbar. Einige Feinsubstratbesiedler und Stillwasserformen zeichnen sich durch eine erhöhte Toleranz gegenüber stofflichen Belastungen aus und sind zumindest als oligohalob zu charakterisieren.

Rückblickend wiesen die Probe der linken Uferseite aus dem Jahr 2017 (77,5%) sowie die Probe vom linken Ufer aus dem Jahr 2022 (70,9%) die geringsten Anteile an Süßwasserarten auf. Hier hatten Arten, die oligohaline (0,5 - < 5 PSU) Bedingungen präferieren, einen Anteil von etwa 17% bzw. 29%. Arten mit einer höheren Salzpräferenz (mesohalin (5 - < 18 PSU) waren zumeist mit Anteilen deutlich unterhalb von 5% vertreten. Lediglich 2017 in der Probe vom linken Ufer betrug ihr Anteil 5,1%.

Unter Berücksichtigung des aktuellen Monitoringergebnisses aus dem Mai 2024 ist jedoch auch für den Zeitraum 2015 bis 2023 das abweichende Fließverhalten bei der Interpretation dieser Daten zu berücksichtigen und stellt zumindest einen Wirkungsfaktor im Hinblick auf das Vorkommen von Taxa mit einer Präferenz für ein oligo- und mesohalobes Milieu in der Innerste dar.

Arten mit einer Präferenz bzw. Toleranz für polyhaline und euhaline Bedingungen traten innerhalb der Zönose im gesamten Monitoringzeitraum 2015-2024 nicht auf.



**Abbildung 3.12** Anteile eingestufte Indikatoren des Metrics „Salzpräferenz“ an der Probestelle 2 „Friedhof Ahrbergen“ für zehn Monitoringjahre.

Dargestellt ist jeweils die linke und die rechte Uferseite, sowie beide Seiten zusammengefasst (beidseitig). Die Anzahl der berücksichtigten Indikatorarten ist in Klammern angegeben.

### 3.2.2.2 Bewertung Makrozoobenthos

Die Bewertungsergebnisse des Programms PERLODES werden für den gesamten Untersuchungszeitraum 2015 bis 2024 dargestellt. Dabei werden für eine bessere Übersicht jeweils nur die Bewertungsergebnisse der gemittelten Taxalisten für die linke und rechte Uferseite aufgeführt (Tabelle 3.19). Nachfolgend wird das Modul „Allgemeine Degradation“ für das aktuelle Untersuchungsjahr noch einmal getrennt nach Uferseiten dargestellt.

**Tabelle 3.18 Ökologische Potenzialklasse der Innerste an Probestelle 2 „Friedhof Ahrbergen“ in die Innerste für die Monitoringjahre 2015 bis 2024.**

Angegeben sind die Bewertungsergebnisse der linken und rechten Uferseite zusammengefasst.

Periodes HMWB	Friedhof Ahrbergen, unterhalb Einleitung, zusammengefasst									
Fließgewässertyp	Typ 15: Sand- und lehmgeprägte Tieflandflüsse									
Gewässertypgruppe	Tieflandflüsse									
Nutzung	Urbanisierung und Hochwasserschutz (mit Vorland)									
HMWB Taxaliste für das Modul "Allgemeine Degradation"	original									
Probenahme	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024
HMWB Ökologische Potenzialklasse	mäßig	unbefr.	schlecht	mäßig	unbefr.	unbefr.	mäßig	mäßig	unbefr.	gut
	g	g	g	ug	ug	g	g	g	g	g
HMWB Qualitätsklasse Modul "Saprobie"	gut	mäßig	mäßig	gut	mäßig	mäßig	mäßig	mäßig	gut	gut
	g	g	g	g	g	g	g	g	g	g
HMWB Qualitätsklasse Modul "Allgemeine Degradation"	mäßig	unbefr.	schlecht	mäßig	unbefr.	unbefr.	mäßig	mäßig	unbefr.	gut
	g	g	g	ug	ug	g	g	g	g	g

gesichert (g), ungesichert (ug)

Entsprechend dem Verfahren der OGEV (2016) werden die Anforderungen an das gute ökologische Potential der Innerste an der Probestelle unterhalb der Einleitung bis 2023 nicht erfüllt. Seit 2015 schwanken die Ergebnisse zwischen „mäßig“ und „schlecht“ und ein eindeutiger Trend ist nicht erkennbar. Das Ergebnis der Untersuchung aus 2024 führt zu einer Einstufung in die ökologische Potenzialklasse „gut“ und fällt somit wesentlich optimistischer aus.

Von einer „mäßigen“ Bewertung im Jahr 2015 verschlechtert sich die Innerste auf Basis der Makrozoobenthoszusammensetzung zu einem „unbefriedigenden“ ökologischen Potential 2016 und einer „schlechten“ Klassifizierung im Jahr 2017. Diese Bewertungsergebnisse werden durch das Programm PERLODES als gesichert angegeben. In nachfolgenden Untersuchungen der Jahre 2018 und 2019 wird keine gesicherte Einstufung errechnet. Ab 2020 werden wieder gesicherte Ergebnisse erzielt. Für die Monitoringjahre 2021 und 2022 wird das ökologische Potenzial in die Klasse mäßig eingestuft, für das Jahr 2023 wird dann erneut ein unbefriedigender Zustand indiziert. Im Jahr 2024 zeigt sich erstmals eine „gute“ Bewertung.

Das Modul Saprobie wird in den Jahren 2015, 2018 und 2023 sowie im aktuellen Untersuchungsjahr 2024 mit „gut“ bewertet. In den übrigen Jahren wird dieses Modul mit „mäßig“ bewertet. Die Bewertungen des Moduls „Allgemeine Degradation“ unterliegen im Monitoringzeitraum deutlichen Schwankungen über mehrere Qualitätsklassen. Die Einstufungen dieses Moduls sind maßgeblich für die wechselnden Einstufungen der ökologischen Potentialklasse der Innersten in diesem Gewässerabschnitt. So bedingt die „gute“ Einschätzung der allgemeinen Degradation auch 2024 das „gute“ Gesamtergebnis.

**Tabelle 3.19 Ergebnisse des Moduls „Saprobie“ der Innerste an Probestelle 2 „Friedhof Ahrbergen“ für zehn Monitoringjahre.**

Angegeben sind jeweils die Bewertungsergebnisse der linken und rechten Uferseite zusammengefasst.

Probenahme	Friedhof Ahrbergen, unterhalb Einleitung, zusammengefasst										
Fließgewässertyp	Typ 15: Sand- und lehmgeprägte Tieflandflüsse										
Taxaliste	original										
Stressor	Saprobie	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024
Ergebnis	Qualitätsklasse	gut	mäßig	mäßig	gut	mäßig	mäßig	mäßig	mäßig	gut	gut
	Deutscher Saprobienindex (neu)	2,27	2,42	2,53	2	2,73	2,37	2,31	2,49	2,21	2,19
	Ergebnis Saprobie gesichert	ja	ja	ja	ja	ja	ja	ja	ja	ja	ja
	Streuungsmaß	0,124	0,141	0,131	0,079	0,185	0,122	0,101	0,143	0,084	0,075
	Abundanzsumme	38	44	33	28	26	35	38	37	35	51
gesichert (g), ungesichert (ug)											

Der Saprobienindex ermöglicht Rückschlüsse auf die organische Belastung des Gewässers. Die mäßige Bewertung in den Jahren 2016, 2017, 2019, 2020, 2021 und 2022 deutet auf deutliche stoffliche Belastungen und/ oder strukturelle Degradation im Bereich der Probestelle hin und korrespondiert insbesondere mit dem deutlich verlangsamten Fließverhalten im Bereich der Probestelle (Tabelle 3.20).

Im Bewertungsmodul „Saprobie“ konnte ein Unterschied zwischen der rechten und der linken Uferseite im Sinne eines Klassenwechsels nach dem Bewertungsverfahren der OGEV (2016) nur in den Jahren 2016 und 2019 nachgewiesen werden. Aktuell wird unterhalb der Einleitung ein Saprobienindex mit guter Bewertung für beide Uferseiten berechnet.

Das Modul „Allgemeine Degradation“ setzt sich aus den Teilmetrics „Fauna-Index“, „Litoral-Besiedler“, „Trichoptera Arten“ und „EPT-Taxa“ zusammen.

Im Monitoringzeitraum von 2015 bis 2023 streuen die Bewertungsergebnisse des Moduls „Allgemeine Degradation“ unter den Bedingungen der Einleitungen der K+S Minerals and Agriculture GmbH nach dem alten Wasserrecht über die Klassen „mäßig“ bis „schlecht“. Dabei indizieren die Ergebnisse des Fauna-Index maximal mäßige Lebensraumbedingungen bzw. eine entsprechend ausgeprägte morphologische Degradation im Bereich der Probestelle 2. Die überwiegend sehr hohen Anteile der Litoral-Besiedler deuten auf eine deutliche Störung des natürlichen Abflussverhaltens in diesem Bereich hin. Die Anteile der EPT-Taxa indizieren eine ausgeprägte Strukturarmut und überwiegend unbefriedigende bis schlechte Habitatbedingungen für die Gruppe. Das Ergebnis 2024 ist mit „gut“ wesentlich optimistischer. Dieses ist auf die Summe der Abundanzklassen sowie die Anzahl an Indikatortaxa zurückzuführen.

Deutlichen Schwankungen im Monitoringzeitraum unterliegen die Anteile der Trichoptera Arten, die zumindest in einzelnen Jahren als gut bis sehr gut zu bezeichnen (>7,2) sind. Zumeist erreicht aber auch dieser Metric nur unbefriedigende bis mäßige Einstufungen was die strukturelle Degradation in diesem Fließgewässerabschnitt zusätzlich verdeutlicht. 2023 wie auch 2024 wurden mit 14 bzw. 13 Taxa die größte Artenvielfalt innerhalb der Gruppe Trichoptera nachgewiesen.

**Tabelle 3.20 Ergebnisse des Moduls „Allgemeine Degradation“ der Innerste an Probestelle 2, „Friedhof Ahrbergen“ für zehn Monitoringjahre.**

Angegeben sind jeweils die Bewertungsergebnisse der linken und rechten Uferseite zusammengefasst; unbefr. = unbefriedigend; \* = low indicator number

Periodes HMWB		Friedhof Ahrbergen, unterhalb Einleitung, zusammengefasst									
Gewässertyp		Tieflandflüsse Typ 15									
Nutzung		BmV: Urbanisierung und Hochwasserschutz (mit Vorland)									
Taxaliste		original									
Stressor		Allgemeine Degradation (AD Metrics & Zusatz)									
Monitoringjahr		2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024
Qualitätsklasse		mäßig	unbef.	schlecht	mäßig	unbef.	unbef.	mäßig	mäßig	unbef.	gut
Toleranz	Faunaindex Flx15_17: Wert	0,208	-0,481	-0,471	0,077	-1,111	-0,250	0,080	0,579	-0,370	0,579
	Fauna-index gesichert	ja	ja	ja	nein	nein	ja	ja	ja	ja	ja
	Summe der Abundanzklassen	24	27	17	13	9	20	25	19	27	42
	Anzahl Indikatortaxa	14	14	11	9	5*	12	16	11	18	28
Funktionen	[%] Zonation Littoral	14,969	23,577	20,393	13,75	15,172	20,367	21,667	16,017	23,656	15,346
Zusammen- setzung	[%] EPT (HK)	29,114	26,829	16,923	37,500	17,544	24,658	28,378	13,846	32,836	27,551
Vielfalt, Diversität	Trichoptera	11	6	5	6	4	8	12	4	14	13
Zusatz- information	Neozoenanteil	1	0,9	0	0,9	0	0,6	2,5	0	0,4	1,4

Im aktuellen Untersuchungsjahr **2024** fällt die Bewertung des Moduls „Allgemeine Degradation“ bei der zusammengefassten Auswertung in die Klasse „gut“. Bei der getrennten Bewertung der beiden Uferseiten wird das rechte Ufer mit „unbefriedigend“ und das linke Ufer mit „gut“ bewertet. Die Anteile der Litoralarten indizieren am rechten Ufer gestörte Abflussbedingungen im Bereich der Probestelle. Eine deutliche Strukturarmut und somit stark eingeschränkte Habitatbedingungen werden über die Werte der Metrics „EPT-Taxa“ angezeigt wobei dort ebenfalls das rechte Ufer wesentlich degradiert erscheint. Die nachgewiesene Anzahl an Trichoptera Arten ist am linken Ufer relativ hoch und rechtsseitig hingegen sehr artenarm.

Zwischen den beiden Uferseiten besteht ein wesentlicher Unterschied in der beprobaren Substratzusammensetzung. Linksseitig wurden vermehrt Ufersicherungssteine beprobt, die rechtsseitig weitgehend fehlten. Im Vergleich zu den Vorjahren waren die Steine zudem durch geringere Feinsedimentauflagen geprägt, was aus Sicht der Bearbeiter auf die im Winter und Frühjahr 2024 höheren Abflussraten und Hochwässer zurückzuführen ist. Damit akzentuiert auch dieses Ergebnis die Bewertungsrelevanz der hydromorphologischen Situation an der Probestelle 2 und verdeutlicht zudem die gegebene kleinräumige Verteilung des Makrozoobenthos in einem Gewässerabschnitt. Aus den Ergebnissen wird deutlich, dass die Probestelle 2 nur bedingt geeignet ist bzw. war, die biozönotischen Wirkungen der (ehemaligen) Einleitung der K+S Minerals and Agriculture GmbH auf das Makrozoobenthos der Innerste objektiv zu beschreiben.

**Tabelle 3.21 Ergebnisse des Moduls „Allgemeine Degradation“ der Innerste an Probestelle 2 „Friedhof Ahrbergen“ unterhalb der Einleitung im Untersuchungsjahr 2024 (linkes Ufer, rechtes Ufer, zusammengefasste Auswertung)**

Probe	Friedhof Ahrbergen, unterhalb der Einleitung		
LAWA-Fließgewässertyp	Tieflandflüsse (Typ 15)		
Taxaliste	original		
Nutzung	BmV: Urbanisierung und Hochwasserschutz (mit Vorland)		
Stressor	Allgemeine Degradation		
	links	rechts	beidseitig
Qualitätsklasse	gut	unbefr.	gut
Multimetrischer Index (MMI)	0,700	0,373	0,650
Ergebnis Faunaindex / PTI gesichert	ja	ja	ja
Metric: Faunaindex (Flx15_17):Wert	0,543	0,333	0,571
Metric:[%] Zonation Littoral	10,608	22,131	15,346
Metric: #Trichoptera	12	4	13
Metric: [%] EPT (HK)	34,118	13,043	27,551

Insgesamt bewerten die Bearbeiter das ökologische Potential des Gewässerabschnitts unterhalb der (ehemaligen) Einleitung des Hartsalzwerks auf Basis der Teilkomponente Makrozoobenthos als „unbefriedigend“ und schließen sich damit weitgehend den durch PERLODES ermittelten Bewertungen an. Der hohe Anteil an Litoral-Besiedlern spiegelt insbesondere die hydrologische Situation der Innerste im Bereich der Probestelle wieder, die bereits vom Rückstau des Wehres an der Mühle Malzfeld in Sarstedt geprägt ist. Ein negativer Einfluss des veränderten Fließverhaltens ist deutlich erkennbar. Im Vergleich der beiden untersuchten Gewässerabschnitt-

te ober- und unterhalb der bisherigen Einleitstelle ist die Zönose unterhalb etwas arten- und individuenärmer ausgebildet. Sie setzt sich aus verschiedenen belastungstoleranten Arten bzw. Stillwasserarten zusammen. Insbesondere die EPT-Fauna ist im langjährigen Vergleich eher rudimentär ausgebildet.

Die im Mai 2024 gegenüber den Vorjahren festgestellten Veränderungen in den Bewertungsergebnissen nach PERLODES sind danach nicht zwingend ursächlich und monokausal auf den Stopp der Einleitungen der Haldenwässer zurückzuführen. Dies belegt insbesondere das unbefriedigende Bewertungsergebnis bei isolierter Betrachtung der Probe von der rechten Uferseite. Die dort errechnete unbefriedigende Bewertung liegt innerhalb der Schwankungsbreite der Untersuchungen für die Jahre 2015 bis 2023, in denen salzhaltige Wässer in die Innerste eingeleitet wurden. Entsprechend ist aus Sicht der Bearbeiter rückblickend eine monokausal begründete, zustandsbestimmende Wirkung der bisherigen Einleitung zu verneinen. Die Zusammensetzung des Makrozoobenthos im Rückstaubereich des Wehres Sarstedt ist wenig typgerecht und nur rudimentär ausgestaltet und wird durch die Bearbeiter unter Berücksichtigung aller Teilaspekte auch für das laufende Jahr mit unbefriedigend bewertet.

**Ökologische Potentialklasse MZB (Bearbeiterbewertung): unbefriedigend**



### 3.2.2.3 Ergebnisse Diatomeen

Unterhalb der (ehemaligen) Salzeinleitung wird die Innerste analog zu der oberhalb gelegenen Probestelle von ubiquitär verbreiteten Arten dominiert, die über ein breites trophisches Spektrum sowie eine mittlere bis hohe Toleranz gegenüber Verschmutzungen verfügen. Inklusive des Untersuchungsjahres 2024 gehören dazu *Amphora pediculus*, *Navicula minima*, *Caloneis bacillum*, *Achnanthes lanceolata* ssp. *frequentissima* var. *frequentissima* sowie nicht näher bestimmbare Vertreter der Gattung *Nitzschia*. Diese Arten wurden in allen Proben des Monitorings nachgewiesen. Als weitere regelmäßig vorgefundene Arten sind darüber hinaus u.a. *Achnanthes minutissima* var. *minutissima*, *Cocconeis placentula*, *Cymbella silesiaca*, *Melosira varians*, *Navicula lanceolata* und *Rhoicosphenia abbreviata* zu nennen. Die als verschmutzungstolerant eingestuften Arten *Nitzschia palea* und *Nitzschia amphibia* wurden im Rahmen des Monitorings ebenfalls stetig an dieser Probestelle nachgewiesen.

Von den stetig vorkommenden Arten bildeten insbesondere *Amphora pediculus* und *Achnanthes minutissima* var. *minutissima* regelmäßig hohe Artanteile aus. Der mittlere Artanteil über alle Monitoringjahre bewegt sich um 10%. Regelmäßig codominant, d.h. mit einer mittleren Häufigkeit über 5% treten im Monitoringzeitraum *Navicula minima*, *Caloneis bacillum*, *Navicula minima*, *Achnanthes conspicua* sowie *Surirella brebissonii* bzw. *Surirella brebissonii* var. *kuetzingii* auf. Bei allen weiteren Taxa liegen die Artanteile innerhalb der Diatomeengesellschaft im Mittel unterhalb von 5 %. Innerhalb dieser Gruppe befinden sich ebenfalls vornehmlich Formen, die eine große Toleranz gegenüber Verschmutzungen und/oder trophischen Belastungen aufweisen.

Im gesamten Monitoringzeitraum zwischen 2015 bis 2024 wurden unterhalb der Einleitung zwölf Arten der Roten Liste Deutschlands (HOFMANN et al. 2018) nachgewiesen, für die ein Gefährdungsstatus angegeben wird. Die Artanteile dieser Arten liegen im Mittel unterhalb von 1%. Neun Arten werden in der Vorwarnliste (Kategorie V) geführt. *Surirella robusta* und *Diploneis parma* gelten bundesweit als gefährdet (Kategorie 3), *Navicula absoluta* wird in der Roten Liste als stark gefährdete Art geführt (Kategorie 2).

**Tabelle 3.22 Taxaliste der Diatomeen an der Probestelle 2 für jeweils zwei Probenahmen pro Jahr an der linken und der rechten Uferseite im Monitoringzeitraum 2015 bis 2024. Angaben als Häufigkeit [%].**

Min = Minimum, Max = Maximum, MW = Mittelwert, n = Anzahl Proben, in denen die Art nachgewiesen wurde

DV-Nr.	Taxon	Min [%]	Max [%]	MW [%]	n	Erster Fund	Letzter Fund
6160	<i>Achnanthes</i>	0,22	0,44	0,30	3	2019	2022
6139	<i>Achnanthes biasolettiana</i> var. <i>biasolettiana</i>	0,23	0,23	0,23	1	2017	2017
16106	<i>Achnanthes biasolettiana</i> var. <i>subatomus</i>	0,47	0,47	0,47	1	2017	2017
6180	<i>Achnanthes clevei</i> var. <i>clevei</i>	0,21	5,30	1,48	8	2016	2023
6855	<i>Achnanthes conspicua</i>	0,22	30,65	6,89	27	2015	2024
6248	<i>Achnanthes delicatula</i> ssp. <i>delicatula</i>	0,21	0,24	0,22	3	2018	2023
16112	<i>Achnanthes delicatula</i> ssp. <i>engelbrechtii</i>	0,22	0,82	0,54	5	2018	2023
6986	<i>Achnanthes exigua</i>	0,21	0,21	0,21	1	2015	2015

DV-Nr.	Taxon	Min [%]	Max [%]	MW [%]	n	Erster Fund	Letzter Fund
6047	<i>Achnanthes hungarica</i>	0,22	0,23	0,23	3	2016	2022
6260	<i>Achnanthes lanceolata</i> ssp. <i>frequentissima</i> var. <i>frequentissima</i>	0,49	9,24	3,01	38	2015	2024
16127	<i>Achnanthes lanceolata</i> ssp. <i>lanceolata</i> var. <i>lanceolata</i>	0,22	10,17	2,29	34	2015	2024
6263	<i>Achnanthes lauenburgiana</i>	0,22	0,70	0,41	13	2015	2024
6014	<i>Achnanthes minutissima</i> var. <i>minutissima</i>	1,94	30,71	9,93	36	2015	2024
6268	<i>Achnanthes oblongella</i>	0,48	0,48	0,48	1	2021	2021
6984	<i>Achnanthes ploenensis</i> var. <i>ploenensis</i>	0,20	1,28	0,46	12	2019	2023
6712	<i>Achnanthes rupestoides</i>	0,23	0,46	0,35	2	2017	2024
26024	<i>Achnanthidium eutrophilum</i>	0,22	0,22	0,22	1	2018	2018
26060	<i>Achnanthidium minutissimum</i> var. <i>minutissimum</i>	0,92	2,36	1,64	2	2022	2022
26098	<i>Adlafia</i>	0,21	0,21	0,21	1	2023	2023
6048	<i>Amphipleura pellucida</i>	0,00	0,46	0,23	8	2015	2024
6165	<i>Amphora</i>	0,22	0,23	0,22	3	2017	2019
6860	<i>Amphora libyca</i>	0,00	2,41	0,76	27	2015	2024
6286	<i>Amphora montana</i>	0,22	1,52	0,45	7	2017	2024
6287	<i>Amphora normannii</i>	0,23	0,24	0,24	2	2023	2024
6044	<i>Amphora ovalis</i>	0,21	0,43	0,28	4	2018	2024
6983	<i>Amphora pediculus</i>	0,90	28,68	11,97	38	2015	2024
6181	<i>Amphora veneta</i>	0,22	0,67	0,30	6	2015	2019
6050	<i>Asterionella formosa</i>	0,21	2,12	0,79	8	2015	2023
6797	<i>Aulacoseira</i>	0,21	9,05	1,53	25	2015	2024
6785	<i>Aulacoseira granulata</i>	0,00	0,22	0,11	2	2015	2018
6800	<i>Aulacoseira granulata</i> var. <i>angustissima</i>	0,24	0,24	0,24	1	2018	2018
6143	<i>Bacillaria paradoxa</i>	0,21	0,21	0,21	1	2021	2021
6295	<i>Brachysira neoexilis</i>	0,48	0,48	0,48	1	2023	2023
6823	<i>Caloneis</i>	0,46	0,46	0,46	1	2022	2022
6043	<i>Caloneis amphisbaena</i>	0,00	0,43	0,23	10	2015	2024
6051	<i>Caloneis bacillum</i>	0,67	20,36	4,77	38	2015	2024
6052	<i>Caloneis silicula</i>	0,00	1,95	0,42	12	2015	2023
6789	<i>Centrales</i>	0,20	1,90	0,72	22	2015	2024
6020	<i>Cocconeis pediculus</i>	0,00	0,87	0,37	19	2015	2023
6021	<i>Cocconeis placentula</i>	0,42	8,65	3,23	36	2015	2024
6729	<i>Cocconeis placentula</i> var. <i>pseudolineata</i>	0,21	0,49	0,32	3	2018	2023
6943	<i>Cyclostephanos dubius</i>	0,19	1,16	0,41	11	2015	2023
6177	<i>Cyclostephanos invisitatus</i>	0,00	1,62	0,35	15	2015	2024
6146	<i>Cyclotella</i>	0,22	0,23	0,23	4	2017	2021
6178	<i>Cyclotella atomus</i>	0,22	0,93	0,44	6	2015	2021
6002	<i>Cyclotella meneghiniana</i>	0,22	2,16	0,72	23	2015	2024
6936	<i>Cyclotella ocellata</i>	0,21	0,21	0,21	1	2017	2017
6204	<i>Cyclotella radiosa</i>	0,22	0,43	0,32	2	2015	2017
6944	<i>Cyclotella stelligera</i>	0,24	0,42	0,33	2	2020	2021
6057	<i>Cymatopleura elliptica</i>	0,21	0,66	0,31	5	2019	2023
6031	<i>Cymatopleura solea</i>	0,00	2,22	0,59	28	2015	2024
6157	<i>Cymbella</i>	0,22	0,22	0,22	2	2020	2021
6891	<i>Cymbella caespitosa</i>	0,22	0,22	0,22	1	2019	2019
26134	<i>Cymbella excisa</i> var. <i>excisa</i>	0,24	0,24	0,24	1	2020	2020
6895	<i>Cymbella microcephala</i>	0,21	0,22	0,22	2	2020	2023
6909	<i>Cymbella minuta</i>	0,21	0,46	0,33	10	2015	2024
6040	<i>Cymbella prostrata</i>	0,18	0,24	0,21	3	2020	2022
6898	<i>Cymbella silesiaca</i>	0,23	6,73	1,44	37	2015	2024
6065	<i>Cymbella sinuata</i>	0,00	4,67	1,38	34	2015	2024
6150	<i>Cymbella subaequalis</i>	0,42	0,42	0,42	1	2016	2016
16202	<i>Denticula subtilis</i>	0,00	0,24	0,15	3	2015	2018
6068	<i>Denticula tenuis</i>	0,18	0,22	0,20	2	2020	2021
6147	<i>Diatoma</i>	0,22	0,67	0,47	4	2018	2021
6949	<i>Diatoma mesodon</i>	0,21	0,24	0,22	3	2015	2023
6209	<i>Diatoma moniliformis</i>	0,00	2,56	0,58	18	2015	2024

DV-Nr.	Taxon	Min [%]	Max [%]	MW [%]	n	Erster Fund	Letzter Fund
16206	<i>Diatoma moniliformis ssp. ovalis</i>	0,21	0,64	0,39	8	2015	2021
16207	<i>Diatoma problematica</i>	0,00	0,00	0,00	1	2015	2015
6210	<i>Diatoma tenuis</i>	0,42	0,42	0,42	1	2021	2021
6006	<i>Diatoma vulgaris</i>	0,00	1,71	0,44	17	2015	2024
6807	<i>Diploneis elliptica</i>	0,23	0,23	0,23	1	2015	2015
6346	<i>Diploneis oblongella</i>	0,47	0,47	0,47	1	2017	2017
6347	<i>Diploneis oculata</i>	0,00	0,87	0,31	10	2015	2023
6348	<i>Diploneis parma</i>	0,22	0,22	0,22	1	2024	2024
16219	<i>Entomoneis paludosa</i>	0,21	0,23	0,22	2	2015	2019
6998	<i>Eunotia</i>	0,00	0,63	0,31	5	2015	2022
6355	<i>Eunotia bilunaris var. mucophila</i>	0,21	0,21	0,21	1	2015	2015
6364	<i>Eunotia implicata</i>	0,44	0,44	0,44	1	2015	2015
6369	<i>Eunotia minor</i>	0,18	1,69	0,49	19	2015	2024
6168	<i>Eunotia pectinalis</i>	0,21	0,43	0,27	4	2022	2024
6161	<i>Fragilaria</i>	0,18	0,76	0,36	10	2017	2024
6388	<i>Fragilaria brevistriata var. brevistriata</i>	0,23	1,38	0,79	7	2015	2023
26370	<i>Fragilaria capitellata</i>	0,23	0,85	0,50	4	2015	2018
6033	<i>Fragilaria capucina</i>	0,23	1,12	0,48	9	2015	2024
16570	<i>Fragilaria capucina</i> - Sippen	0,21	0,48	0,38	4	2015	2024
6390	<i>Fragilaria capucina capitellata</i> - Sippen	0,21	0,24	0,23	3	2021	2024
16571	<i>Fragilaria capucina distans</i> - Sippen	0,21	0,22	0,22	2	2018	2023
6392	<i>Fragilaria capucina var. gracilis</i>	0,21	4,26	1,34	31	2015	2024
6394	<i>Fragilaria capucina var. perminuta</i>	0,23	0,23	0,23	1	2022	2022
6396	<i>Fragilaria capucina var. rumpens</i>	0,21	1,78	0,59	11	2017	2023
6034	<i>Fragilaria construens</i>	0,22	0,96	0,43	8	2015	2024
16573	<i>Fragilaria construens</i> - Sippen	0,21	0,72	0,47	2	2023	2023
6397	<i>Fragilaria construens f. binodis</i>	0,22	2,70	0,68	7	2015	2023
16790	<i>Fragilaria construens f. subsalina</i>	0,22	0,22	0,22	1	2015	2015
6828	<i>Fragilaria construens f. venter</i>	0,22	6,40	2,29	35	2015	2024
6075	<i>Fragilaria crotonensis</i>	0,21	0,21	0,21	1	2023	2023
6915	<i>Fragilaria famelica</i>	0,21	0,21	0,21	1	2023	2023
6234	<i>Fragilaria fasciculata</i>	0,00	0,66	0,26	21	2015	2024
6405	<i>Fragilaria nanana</i>	0,22	0,22	0,22	2	2018	2018
6237	<i>Fragilaria parasitica</i>	0,00	0,44	0,27	8	2015	2021
6776	<i>Fragilaria parasitica var. subconstricta</i>	0,00	1,28	0,46	14	2015	2023
6078	<i>Fragilaria pinnata</i>	0,20	1,09	0,47	19	2015	2024
6239	<i>Fragilaria ulna</i>	0,00	3,81	0,67	31	2015	2024
6233	<i>Fragilaria ulna var. acus</i>	0,23	0,23	0,23	1	2017	2017
16996	<i>Fragilaria vaucheriae</i>	0,23	3,59	1,01	31	2015	2024
6079	<i>Frustulia vulgaris</i>	0,00	0,46	0,27	14	2015	2024
6794	<i>Gomphonema</i>	0,20	0,98	0,48	15	2015	2024
6080	<i>Gomphonema acuminatum</i>	0,21	0,24	0,23	2	2021	2023
6001	<i>Gomphonema angustatum</i>	0,49	0,65	0,57	2	2018	2018
6217	<i>Gomphonema clavatum</i>	0,21	0,24	0,22	2	2017	2024
6883	<i>Gomphonema gracile</i>	0,22	0,46	0,34	2	2015	2018
16594	<i>Gomphonema grovei var. lingulatum</i>	0,18	10,21	1,43	19	2015	2023
6427	<i>Gomphonema lateripunctatum</i>	0,21	0,24	0,23	2	2016	2018
6428	<i>Gomphonema micropus</i>	0,21	0,64	0,35	11	2015	2024
6912	<i>Gomphonema minutum</i>	0,22	0,49	0,36	2	2019	2024
6867	<i>Gomphonema olivaceum</i>	0,00	11,49	1,39	32	2015	2024
6158	<i>Gomphonema parvulum</i>	0,23	4,14	1,37	34	2015	2024
6433	<i>Gomphonema parvulum var. exilissimum</i>	0,41	0,41	0,41	1	2023	2023
6436	<i>Gomphonema pseudoaugur</i>	0,21	0,21	0,21	1	2023	2023
6437	<i>Gomphonema pumilum</i>	0,21	2,94	0,68	20	2015	2024
6036	<i>Gyrosigma acuminatum</i>	0,00	0,44	0,20	8	2015	2020
6041	<i>Gyrosigma attenuatum</i>	0,21	0,21	0,21	1	2021	2021
6443	<i>Gyrosigma nodiferum</i>	0,21	0,24	0,23	3	2015	2023

DV-Nr.	Taxon	Min [%]	Max [%]	MW [%]	n	Erster Fund	Letzter Fund
6084	<i>Hantzschia amphioxys</i>	0,22	0,24	0,22	4	2017	2023
6005	<i>Melosira varians</i>	0,21	6,73	2,09	37	2015	2024
6026	<i>Meridion circulare</i>	0,00	3,64	1,18	30	2015	2024
6990	<i>Navicula</i>	0,00	1,30	0,45	12	2015	2024
6448	<i>Navicula absoluta</i>	0,44	0,44	0,44	1	2021	2021
16653	<i>Navicula antonii</i>	0,22	1,61	0,65	18	2015	2024
6117	<i>Navicula atomus</i> var. <i>atomus</i>	0,92	0,92	0,92	1	2017	2017
6241	<i>Navicula atomus</i> var. <i>permitis</i>	0,19	2,08	0,60	10	2015	2024
6087	<i>Navicula bacillum</i>	0,23	0,24	0,24	2	2018	2022
6459	<i>Navicula bremensis</i>	0,22	0,22	0,22	1	2016	2016
6868	<i>Navicula capitata</i> var. <i>capitata</i>	0,00	3,10	0,91	27	2015	2024
6910	<i>Navicula capitatoradiata</i>	0,00	0,00	0,00	1	2015	2015
6089	<i>Navicula cincta</i>	0,22	0,65	0,30	9	2015	2024
99996	<i>Navicula claytonii</i>	0,18	0,18	0,18	1	2020	2020
6466	<i>Navicula clementis</i>	0,22	0,43	0,33	2	2020	2023
6903	<i>Navicula confervacea</i>	0,21	1,92	0,60	7	2015	2023
6858	<i>Navicula contenta</i>	0,21	0,93	0,37	12	2015	2024
6010	<i>Navicula cryptocephala</i>	0,21	0,24	0,22	4	2016	2018
6889	<i>Navicula cryptotenella</i>	0,18	1,52	0,56	27	2015	2024
6038	<i>Navicula cuspidata</i>	0,20	0,46	0,27	4	2019	2023
6481	<i>Navicula erifuga</i>	0,22	0,22	0,22	1	2018	2018
6486	<i>Navicula fossalis</i> var. <i>fossalis</i>	0,22	0,22	0,22	1	2018	2018
6489	<i>Navicula gallica</i> var. <i>perpusilla</i>	0,23	0,49	0,39	4	2015	2020
6916	<i>Navicula goeppertiana</i>	0,22	0,45	0,31	5	2015	2024
6015	<i>Navicula gregaria</i>	0,22	7,59	2,24	35	2015	2024
6833	<i>Navicula halophila</i>	0,22	0,43	0,32	2	2017	2017
6501	<i>Navicula ignota</i> var. <i>acceptata</i>	0,23	0,73	0,48	2	2017	2018
6507	<i>Navicula joubaudii</i>	0,21	0,47	0,29	10	2016	2024
6864	<i>Navicula lanceolata</i>	0,19	23,06	3,86	37	2015	2024
16336	<i>Navicula lesmonensis</i>	0,21	0,21	0,21	1	2023	2023
6094	<i>Navicula menisculus</i>	0,00	1,55	0,45	23	2015	2023
16344	<i>Navicula meniscus</i>	0,23	0,23	0,23	1	2015	2015
6095	<i>Navicula minima</i>	0,22	29,48	6,81	38	2015	2024
6515	<i>Navicula minuscula</i> var. <i>minuscula</i>	0,21	0,67	0,32	7	2015	2023
6861	<i>Navicula monoculata</i> var. <i>monoculata</i>	0,44	0,47	0,45	2	2019	2019
16584	<i>Navicula moskalii</i>	0,24	0,24	0,24	1	2017	2017
6028	<i>Navicula mutica</i> var. <i>mutica</i>	0,22	0,45	0,28	4	2016	2019
6519	<i>Navicula mutica</i> var. <i>ventricosa</i>	0,22	0,23	0,22	2	2015	2019
16020	<i>Navicula nivalis</i>	0,24	0,24	0,24	1	2021	2021
6013	<i>Navicula pelliculosa</i>	0,23	0,40	0,31	2	2019	2023
16353	<i>Navicula perminuta</i>	0,21	0,43	0,29	3	2017	2024
6099	<i>Navicula placentula</i>	0,23	0,23	0,23	1	2015	2015
6100	<i>Navicula protracta</i>	0,18	0,23	0,20	2	2020	2022
6101	<i>Navicula pupula</i> var. <i>pupula</i>	0,20	1,17	0,45	23	2015	2024
6102	<i>Navicula pygmaea</i>	0,21	0,23	0,22	3	2017	2021
6103	<i>Navicula radiosa</i>	0,21	0,49	0,28	4	2015	2023
6534	<i>Navicula recens</i>	0,42	0,42	0,42	1	2021	2021
6221	<i>Navicula reichardtiana</i>	0,21	0,98	0,51	4	2016	2023
6022	<i>Navicula rhynchocephala</i>	0,22	0,22	0,22	1	2021	2021
16362	<i>Navicula rhynchotella</i>	0,00	0,00	0,00	1	2015	2015
6540	<i>Navicula schroeteri</i> var. <i>schröeteri</i>	0,21	0,24	0,22	3	2017	2023
6192	<i>Navicula seminulum</i> var. <i>seminulum</i>	0,18	2,89	0,80	26	2015	2024
6873	<i>Navicula slesvicensis</i>	0,00	0,41	0,21	2	2015	2023
6106	<i>Navicula subhamulata</i>	0,19	1,53	0,40	27	2015	2024
6896	<i>Navicula subminuscula</i>	0,18	0,24	0,22	6	2017	2020
6553	<i>Navicula tenelloides</i>	0,22	1,28	0,49	4	2017	2021
6831	<i>Navicula tripunctata</i>	0,21	1,09	0,38	17	2015	2023

DV-Nr.	Taxon	Min [%]	Max [%]	MW [%]	n	Erster Fund	Letzter Fund
6870	<i>Navicula trivialis</i>	0,00	1,27	0,36	17	2015	2024
6890	<i>Navicula veneta</i>	0,00	5,84	0,83	31	2015	2024
26564	<i>Navicula vilaplantii</i>	0,23	0,23	0,23	2	2019	2024
16379	<i>Navicula viridula</i> var. <i>germainii</i>	0,21	0,43	0,29	3	2018	2022
16786	<i>Navicula witkowskii</i>	0,20	0,88	0,43	5	2015	2023
6820	<i>Neidium affine</i>	0,21	0,21	0,21	1	2023	2023
6564	<i>Neidium ampliatus</i>	0,24	0,24	0,24	1	2023	2023
6856	<i>Neidium binodis</i>	0,21	0,21	0,21	1	2022	2022
6108	<i>Neidium dubium</i>	0,00	0,72	0,33	5	2015	2024
6972	<i>Nitzschia</i>	0,22	2,36	1,11	38	2015	2024
6023	<i>Nitzschia acicularis</i>	0,22	2,32	0,80	9	2015	2021
6039	<i>Nitzschia amphibia</i>	0,36	8,01	2,65	35	2015	2024
16627	<i>Nitzschia brunoii</i>	0,18	0,38	0,28	2	2020	2021
6964	<i>Nitzschia capitellata</i>	0,00	1,30	0,52	18	2015	2024
6193	<i>Nitzschia clausii</i>	0,42	0,42	0,42	1	2015	2015
6242	<i>Nitzschia constricta</i>	0,22	0,89	0,44	12	2015	2022
6921	<i>Nitzschia debilis</i>	0,22	0,69	0,34	9	2015	2024
6008	<i>Nitzschia dissipata</i>	0,24	6,78	1,71	34	2015	2024
6113	<i>Nitzschia dubia</i>	0,00	1,12	0,29	7	2015	2024
6195	<i>Nitzschia filiformis</i>	0,23	0,23	0,23	1	2022	2022
16409	<i>Nitzschia filiformis</i> var. <i>conferta</i>	0,43	0,70	0,56	2	2017	2022
6025	<i>Nitzschia fonticola</i>	0,21	6,90	0,87	29	2015	2024
26681	<i>Nitzschia frequens</i>	0,21	0,87	0,31	7	2015	2021
6196	<i>Nitzschia frustulum</i>	0,21	10,04	1,82	32	2015	2024
6197	<i>Nitzschia gracilis</i>	0,22	0,44	0,32	8	2015	2024
6963	<i>Nitzschia heufleriana</i>	0,00	0,49	0,23	8	2015	2022
6114	<i>Nitzschia hungarica</i>	0,21	0,24	0,23	7	2015	2022
6595	<i>Nitzschia inconspicua</i>	0,22	0,24	0,23	4	2015	2018
6857	<i>Nitzschia intermedia</i>	0,21	0,85	0,53	2	2016	2022
16102	<i>Nitzschia levidensis</i> var. <i>salinarum</i>	0,18	0,45	0,26	12	2015	2023
6024	<i>Nitzschia linearis</i>	0,19	2,75	0,64	34	2015	2024
6599	<i>Nitzschia linearis</i> var. <i>subtilis</i>	0,43	1,79	1,11	2	2017	2020
6198	<i>Nitzschia microcephala</i>	0,20	0,45	0,29	3	2019	2023
6011	<i>Nitzschia palea</i>	0,23	9,96	2,29	36	2015	2024
6604	<i>Nitzschia parvula</i>	0,36	0,36	0,36	1	2020	2020
6605	<i>Nitzschia perminuta</i>	0,22	0,44	0,30	3	2017	2019
16438	<i>Nitzschia plana</i>	0,21	0,21	0,21	1	2022	2022
6925	<i>Nitzschia pusilla</i>	0,43	0,43	0,43	1	2017	2017
6029	<i>Nitzschia recta</i>	0,00	2,12	0,49	18	2015	2024
6201	<i>Nitzschia sigma</i>	0,00	0,67	0,19	7	2015	2020
6027	<i>Nitzschia sigmoidea</i>	0,00	0,45	0,20	11	2015	2023
6961	<i>Nitzschia sociabilis</i>	0,21	4,88	0,98	20	2015	2024
6960	<i>Nitzschia sublinearis</i>	0,42	0,42	0,42	1	2021	2021
6924	<i>Nitzschia supralitoria</i>	0,43	0,45	0,44	2	2016	2017
16450	<i>Nitzschia thermaloides</i>	0,49	0,49	0,49	1	2020	2020
6615	<i>Nitzschia tubicola</i>	0,21	0,43	0,29	5	2015	2024
6118	<i>Nitzschia umbonata</i>	0,22	0,22	0,22	2	2018	2018
16452	<i>Nitzschia valdecostata</i>	0,46	0,46	0,46	1	2015	2015
16453	<i>Nitzschia valdestriata</i>	0,22	0,23	0,23	3	2019	2022
6120	<i>Nitzschia vermicularis</i>	0,22	0,43	0,32	2	2017	2021
6616	<i>Nitzschia wuellerstorffii</i>	0,00	0,43	0,22	4	2015	2021
6947	<i>Pennales</i>	0,21	1,90	0,59	31	2015	2024
6151	<i>Pinnularia</i>	0,22	0,66	0,37	6	2015	2021
6148	<i>Pinnularia borealis</i>	0,40	0,40	0,40	1	2023	2023
6633	<i>Pinnularia divergentissima</i>	0,00	0,00	0,00	1	2015	2015
6654	<i>Pinnularia obscura</i>	0,21	0,21	0,21	1	2023	2023
6667	<i>Pinnularia subgibba</i>	0,00	0,00	0,00	1	2015	2015

DV-Nr.	Taxon	Min [%]	Max [%]	MW [%]	n	Erster Fund	Letzter Fund
6674	<i>Pinnularia viridiformis</i>	0,22	0,49	0,32	3	2016	2018
6128	<i>Pinnularia viridis</i>	0,44	0,44	0,44	1	2019	2019
26811	<i>Placoneis</i>	0,21	0,21	0,21	1	2023	2023
6224	<i>Rhoicosphenia abbreviata</i>	0,18	5,19	1,47	37	2015	2024
6225	<i>Simonsenia delognei</i>	0,21	0,70	0,42	7	2016	2020
6821	<i>Stauroneis</i>	0,21	0,22	0,21	2	2015	2023
26863	<i>Stauroneis leguminopsis</i>	0,21	0,23	0,22	3	2016	2019
6131	<i>Stauroneis smithii</i>	0,21	0,72	0,45	6	2015	2023
6688	<i>Stauroneis thermicola</i>	0,23	0,24	0,24	2	2018	2019
6942	<i>Stephanodiscus</i>	0,42	0,47	0,45	2	2020	2021
6009	<i>Stephanodiscus hantzschii</i>	0,21	1,17	0,43	14	2015	2024
6226	<i>Stephanodiscus minutulus</i>	0,22	0,22	0,22	1	2021	2021
6952	<i>Surirella</i>	0,19	1,15	0,44	23	2015	2024
6133	<i>Surirella angusta</i>	0,00	0,38	0,21	5	2015	2024
6134	<i>Surirella biseriata</i>	0,00	0,46	0,17	4	2015	2019
6693	<i>Surirella brebissonii</i>	2,31	12,31	5,06	5	2015	2021
6228	<i>Surirella brebissonii</i> var. <i>kuetzingii</i>	0,46	23,17	5,32	31	2016	2024
16513	<i>Surirella crumena</i>	0,00	3,55	0,72	13	2015	2023
6135	<i>Surirella linearis</i>	0,22	0,22	0,22	1	2016	2016
6136	<i>Surirella ovalis</i>	0,23	0,23	0,23	1	2024	2024
6694	<i>Surirella roba</i>	0,00	2,32	0,45	15	2015	2023
6137	<i>Surirella robusta</i>	0,21	0,24	0,23	2	2022	2023
6696	<i>Surirella visurgis</i>	0,24	0,93	0,47	3	2023	2024
6091	<i>Tabellaria flocculosa</i>	0,21	1,78	0,58	27	2015	2024
16098	<i>Thalassiosira pseudonana</i>	0,43	0,43	0,43	1	2017	2017
6937	<i>Thalassiosira weissflogii</i>	0,21	0,24	0,22	2	2015	2017

Im aktuellen Monitoringjahr 2024 ist die Probestelle unterhalb der Einleitung grundsätzlich als artenreich einzustufen. Im Rahmen der Untersuchungen 2024 wurden in diesem Abschnitt insgesamt 92 Kieselalgentaxa nachgewiesen. Die Proben aus dem Frühjahr (Mai) umfassten 72 Taxa, während die Sommerproben (Juli) mit 66 Taxa etwas artenärmer waren.

Wie bereits in den Vorjahren sind Arten mit einer breiten ökologischen Amplitude und einer gewissen Toleranz gegenüber Verschmutzungen sowohl in den Proben vom Mai als auch vom Juli 2024 häufig vertreten. Bezogen auf die mittlere Häufigkeit aus beiden Probedurchgängen traten auf der linken Uferseite die hinsichtlich der Gewässertrophie anspruchslosen und dementsprechend ubiquitär verbreiteten Arten *Achnanthes minutissima* var. *minutissima* (13,3%), *Amphora pediculus* (10,2%) sowie die verschmutzungstolerante *Navicula minima* (8,4%) am häufigsten in Erscheinung.

Die gleichen Arten prägen auch die Kieselalgenzusammensetzung der rechten Uferseite. Hier treten *Achnanthes minutissima* var. *minutissima* (17,0%), *Amphora pediculus* (11,9%) jedoch deutlich hinter der verschmutzungstoleranten Art *Navicula minima* zurück, die hier mit einer mittleren Häufigkeit von 23,6% deutlich dominant verbreitet war.

Insgesamt wurden im Abschnitt unterhalb der Einleitung bei den beiden Probedurchgängen 15 Taxa nachgewiesen, die eine besondere Toleranz gegen Gewässerverschmutzung besitzen. Neben der bereits erwähnten, verbreitet vor-



kommenden Art *Navicula minima*, sind insbesondere *Cymbella sinuata* und *Nitzschia amphibia* zu nennen, die im Bereich der rechten Uferseite mit einem mittleren Artanteil um 4% auftraten.

Im Hinblick auf die Salztoleranz der Diatomeengesellschaft treten unterhalb der Einleitung insgesamt acht Taxa auf, die als halophil eingestuft werden können. Die Häufigkeit dieser als halophil klassifizierten Taxa lag jedoch in allen Proben unter 1%.

Arten der Roten Liste Deutschlands (HOFMANN et al. 2018) wurden im Abschnitt unterhalb der Einleitung im Rahmen der Untersuchungen im Mai und Juli 2024 nur sehr vereinzelt und mit Artanteilen <1% nachgewiesen. *Diploneis parma* wird als gefährdete Art geführt, *Eunotia pectinalis* und *Amphora normannii* sind auf der Vorwarnliste erfasst.

**Tabelle 3.23 Taxaliste der Diatomeen im Untersuchungsjahr 2024 an der Innerste unterhalb der Salzeinleitung. Angegeben ist die mittlere Häufigkeit [%] aus beiden Probendurchgängen (Mai und Juli).**

Status Rote Liste Deutschland (RL D): ne = nicht aufgeführt, V = Vorwarnliste, R = extrem selten, G = Gefährdung unbekannt, 2 = stark gefährdet

DV-Nr	Taxon	tolerant	Halobien-einstufung	RL D	links MW	rechts MW	beids. MW
6855	<i>Achnanthes conspicua</i>	FALSCH	oh/ind	ne	5,20	0,00	2,66
6260	<i>Achnanthes lanceolata</i> ssp. <i>frequentissima</i> var. <i>frequentissima</i>	FALSCH	oh/ind	ne	2,99	4,65	3,80
16127	<i>Achnanthes lanceolata</i> ssp. <i>lanceolata</i> var. <i>lanceolata</i>	FALSCH	oh/ind	ne	6,31	0,58	3,51
6263	<i>Achnanthes lauenburgiana</i>	FALSCH	oh/ind	ne	0,11	0,12	0,11
6014	<i>Achnanthes minutissima</i> var. <i>minutissima</i>	FALSCH	oh/ind	ne	13,27	16,98	15,08
6712	<i>Achnanthes rupestoides</i>	FALSCH	oh/ind	ne	0,11	0,00	0,06
6048	<i>Amphipleura pellucida</i>	FALSCH	hx	ne	0,00	0,12	0,06
6860	<i>Amphora libyca</i>	FALSCH	oh/ind	ne	0,33	0,00	0,17
6286	<i>Amphora montana</i>	FALSCH	oh/ind	ne	0,11	0,00	0,06
6287	<i>Amphora normannii</i>	FALSCH	oh/ind	V	0,11	0,00	0,06
6044	<i>Amphora ovalis</i>	FALSCH	oh/ind	ne	0,11	0,00	0,06
6983	<i>Amphora pediculus</i>	FALSCH	oh/ind	ne	10,18	11,86	11,00
6797	<i>Aulacoseira</i>	FALSCH	oh/ind	ne	3,10	1,74	2,44
6043	<i>Caloneis amphisbaena</i>	FALSCH	hp	ne	0,11	0,00	0,06
6051	<i>Caloneis bacillum</i>	FALSCH	oh/ind	ne	3,21	2,33	2,78
6789	<i>Centrales</i>	FALSCH	oh/ind	ne	0,44	0,00	0,23
6021	<i>Cocconeis placentula</i>	FALSCH	oh/ind	ne	1,44	0,35	0,91
6177	<i>Cyclostephanos invisitatus</i>	FALSCH		ne	0,22	0,00	0,11
6002	<i>Cyclotella meneghiniana</i>	FALSCH	hp	ne	0,11	0,00	0,06
6031	<i>Cymatopleura solea</i>	FALSCH	oh/ind	ne	0,44	0,12	0,28
6909	<i>Cymbella minuta</i>	FALSCH	oh/ind	ne	0,00	0,12	0,06
6898	<i>Cymbella silesiaca</i>	FALSCH	oh/ind	ne	1,55	0,81	1,19
6065	<i>Cymbella sinuata</i>	JA	oh/ind	ne	0,44	4,30	2,32
6209	<i>Diatoma moniliformis</i>	FALSCH	hp	ne	0,11	0,35	0,23
6006	<i>Diatoma vulgare</i>	FALSCH	oh/ind	ne	0,33	0,35	0,34
6348	<i>Diploneis parma</i>	FALSCH	oh/ind	3	0,00	0,12	0,06
6369	<i>Eunotia minor</i>	FALSCH	oh/ind	ne	0,11	0,00	0,06
6168	<i>Eunotia pectinalis</i>	FALSCH	hx	V	0,00	0,12	0,06
6161	<i>Fragilaria</i>	FALSCH	oh/ind	ne	0,00	0,12	0,06
6033	<i>Fragilaria capucina</i>	FALSCH	oh/ind	ne	0,22	0,00	0,11
16570	<i>Fragilaria capucina</i> - Sippen	FALSCH	oh/ind	ne	0,22	0,00	0,11
6390	<i>Fragilaria capucina capitellata</i> - Sippen	FALSCH	oh/ind	ne	0,11	0,00	0,06
6392	<i>Fragilaria capucina</i> var. <i>gracilis</i>	FALSCH	oh/ind	ne	1,11	1,86	1,47
6034	<i>Fragilaria construens</i>	FALSCH	oh/ind	ne	0,00	0,23	0,11
6828	<i>Fragilaria construens</i> f. <i>venter</i>	FALSCH	oh/ind	ne	0,88	0,23	0,57



DV-Nr	Taxon	tolerant	Halobien-einstufung	RL D	links MW	rechts MW	beids. MW
6234	<i>Fragilaria fasciculata</i>	FALSCH	mh	ne	0,33	0,00	0,17
6078	<i>Fragilaria pinnata</i>	FALSCH	oh/ind	ne	0,22	0,12	0,17
6239	<i>Fragilaria ulna</i>	FALSCH		ne	0,33	0,23	0,28
16996	<i>Fragilaria vaucheriae</i>	JA	oh/ind	ne	0,33	0,35	0,34
6079	<i>Frustulia vulgaris</i>		oh/ind	ne	0,11	0,00	0,06
6794	<i>Gomphonema</i>		oh/ind	ne	0,33	0,00	0,17
6217	<i>Gomphonema clavatum</i>			ne	0,11	0,00	0,06
6428	<i>Gomphonema micropus</i>		oh/ind	ne	0,44	0,00	0,23
6912	<i>Gomphonema minutum</i>		oh/ind	ne	0,00	0,23	0,11
6867	<i>Gomphonema olivaceum</i>		oh/ind	ne	0,77	3,26	1,98
6158	<i>Gomphonema parvulum</i>	JA	oh/ind	ne	0,66	2,09	1,36
6437	<i>Gomphonema pumilum</i>		oh/ind	ne	0,77	0,23	0,51
6005	<i>Melosira varians</i>		oh/ind	ne	2,88	3,49	3,17
6026	<i>Meridion circulare</i>		oh/ind	ne	1,00	0,23	0,62
6990	<i>Navicula</i>		oh/ind	ne	0,00	0,12	0,06
16653	<i>Navicula antonii</i>		oh/ind	ne	0,11	0,12	0,11
6241	<i>Navicula atomus</i> var. <i>permitis</i>	JA	oh/ind	ne	0,22	0,12	0,17
6868	<i>Navicula capitata</i> var. <i>capitata</i>		oh/ind	ne	1,22	0,23	0,74
6089	<i>Navicula cincta</i>		hp	ne	0,11	0,00	0,06
6858	<i>Navicula contenta</i>		hx	ne	0,11	0,00	0,06
6889	<i>Navicula cryptotenella</i>			ne	0,11	0,12	0,11
6916	<i>Navicula goeppertiana</i>	JA	oh/ind	ne	0,00	0,12	0,06
6015	<i>Navicula gregaria</i>	JA	oh/ind	ne	2,77	0,35	1,59
6507	<i>Navicula joubaudii</i>	JA	oh/ind	ne	0,22	0,00	0,11
6864	<i>Navicula lanceolata</i>		oh/ind	ne	5,31	3,14	4,25
6095	<i>Navicula minima</i>	JA	oh/ind	ne	8,41	23,60	15,82
16353	<i>Navicula perminuta</i>		mh	ne	0,11	0,00	0,06
6101	<i>Navicula pupula</i> var. <i>pupula</i>		oh/ind	ne	0,11	0,00	0,06
6192	<i>Navicula seminulum</i> var. <i>seminulum</i>	JA	oh/ind	ne	0,33	0,35	0,34
6106	<i>Navicula subhamulata</i>		oh/ind	ne	0,33	0,12	0,23
6870	<i>Navicula trivialis</i>	JA	oh/ind	ne	0,11	0,00	0,06
6890	<i>Navicula veneta</i>	JA	oh/ind	ne	0,55	0,12	0,34
26564	<i>Navicula vilaplantii</i>		oh/ind	ne	0,11	0,00	0,06
6108	<i>Neidium dubium</i>		oh/ind	ne	0,00	0,12	0,06
6972	<i>Nitzschia</i>		oh/ind	ne	0,77	0,47	0,62
6039	<i>Nitzschia amphibia</i>	JA	oh/ind	ne	2,10	4,42	3,23
6964	<i>Nitzschia capitellata</i>	JA	hp	ne	0,22	0,00	0,11
6921	<i>Nitzschia debilis</i>		oh/ind	ne	0,11	0,00	0,06
6008	<i>Nitzschia dissipata</i>		oh/ind	ne	3,87	0,23	2,10
6113	<i>Nitzschia dubia</i>		hp	ne	0,00	0,12	0,06
6025	<i>Nitzschia fonticola</i>			ne	0,11	0,35	0,23
6196	<i>Nitzschia frustulum</i>	JA	hp	ne	0,55	1,98	1,25
6197	<i>Nitzschia gracilis</i>		oh/ind	ne	0,00	0,23	0,11
6024	<i>Nitzschia linearis</i>		oh/ind	ne	1,99	1,05	1,53
6011	<i>Nitzschia palea</i>	JA		ne	0,55	0,35	0,45
6029	<i>Nitzschia recta</i>		oh/ind	ne	0,11	0,00	0,06
6961	<i>Nitzschia sociabilis</i>			ne	0,33	0,00	0,17
6615	<i>Nitzschia tubicola</i>			ne	0,11	0,00	0,06
6947	<i>Pennales</i>			ne	0,55	0,35	0,45
6224	<i>Rhoicosphenia abbreviata</i>			ne	1,00	1,74	1,36
6009	<i>Stephanodiscus hantzschii</i>		hp	ne	0,33	0,00	0,17
6952	<i>Surirella</i>			ne	0,22	0,00	0,11
6133	<i>Surirella angusta</i>		oh/ind	ne	0,11	0,00	0,06
6228	<i>Surirella brebissonii</i> var. <i>kuetzingii</i>			ne	4,54	1,98	3,29
6136	<i>Surirella ovalis</i>		mh	ne	0,11	0,00	0,06
6696	<i>Surirella visurgis</i>		oh/ind	ne	0,44	0,12	0,28
6091	<i>Tabellaria flocculosa</i>		hx	ne	0,33	0,35	0,34

### 3.2.2.4 Bewertung Diatomeen

Entsprechend dem Verfahren der OGEWV (2016) wird die Innerste unterhalb der (ehemaligen) Salzwassereinleitung im Bereich der Probestelle 2 auf Basis der nachgewiesenen Diatomeenzusammensetzung für den gesamten Monitoringzeitraum einem „mäßigen“ ökologischen Zustand bzw. einem „mäßigen“ ökologischen Potenzial zugeordnet (Tabelle 3.25). Alle Bewertungen gelten als gesichert.

Unterschiede in der Gesamtbewertung der **Ökologischen Zustands- bzw. Potenzialklasse** zwischen den beiden Uferseiten konnten in keinem Probendurchgang festgestellt werden.

Das Teilmodul „Halobienindex“ wurde bei dieser Auswertungsform in keinem Jahr wirksam. Eine deutliche, zustandsbestimmende Wirkung der bis 2023 aktiven Einleitung der K+S Minerals and Agriculture GmbH auf die Zusammensetzung der Diatomeenflora ist daher zu verneinen.

Zur besseren Übersicht enthält folgende Tabelle eine reduzierte Darstellung der Bewertungen als gemitteltetes Ergebnis beider Probendurchgänge pro Jahr auf Basis der Berechnung mit den zusammengefassten Artenlisten beider Uferseiten.

**Tabelle 3.24 Bewertungsergebnisse der Diatomeen an Probestelle 2 für zehn Monitoringjahre. Angegeben sind jeweils die zusammengefassten Ergebnisse beider Uferseiten und Probenahmen für verschiedene Bewertungsansätze.**

SW = Süßwasser; SG = erhöhter Salzgehalt, ÖZK=Ökologische Zustandsklasse

Probestelle	Innerste, PS 2, Friedhof Ahrbergen, unterhalb der Einleitung										
LAWA-Typ	Sand- und lehmgeprägte Tieflandflüsse										
Diatomeentyp	D 12.2										
Probenahme		2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024
Phylib (Version 7.0)	Halobienindex D	5,38	6,20	6,98	7,52	6,51	4,61	7,65	5,83	2,51	5,94
	Trophieindex D	2,87	2,97	2,94	3,06	2,87	2,89	2,98	3,01	2,90	2,65
	Referenzarten $\Sigma$	45,52	37,13	37,60	36,22	38,80	37,95	36,32	48,70	45,29	45,92
	ÖZK Diatomeen	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3
Alternative Bewertungsverfahren für Diatomeen											
TDI DVWK (1999)	Trophieindex TDI	2,84	3,01	2,96	2,84	2,88	2,86	3,01	2,79	2,82	3,00
	Trophiestatus	II-III	III	II-III	II-III	II-III	II-III	III	II-III	II-III	III
	Referenztrophyie	eutroph 1	eutroph 1	eutroph 1	eutroph 1	eutroph 1	eutroph 1	eutroph 1	eutroph 1	eutroph 1	eutroph 1
	schemat. Bewertung	gut	mäßig	gut	gut	gut	gut	mäßig	gut	gut	mäßig
Halobienindex nach Ziemann (1999)	HI Ai	4,65	5,53	7,75	8,94	8,34	6,16	9,51	2,99	4,65	2,87
	Salzstatus Ai	SW	SW	SW	SW	SW	SW	SW	SW	SW	SW
Trophieindex nach Rott et al. (1999)	Trophieindex	2,82	2,90	2,86	2,90	2,81	2,81	2,91	2,95	2,82	2,9
	Trophiestatus	eutr.-polytr.	eutr.-polytr.	eutr.-polytr.	eutr.-polytr.	eutr.-polytr.	eutr.-polytr.	eutr.-polytr.	eutr.-polytr.	eutr.-polytr.	eutr.-polytr.
Trophieindex nach Pfister et al. (2016)	Trophieindex	2,52	2,67	2,68	2,74	2,58	2,57	2,71	2,74	2,67	2,66
	Trophiestatus	eutr.-polytr.	eutr.-polytr.	eutr.-polytr.	eutr.-polytr.	eutr.-polytr.	eutr.-polytr.	eutr.-polytr.	eutr.-polytr.	eutr.-polytr.	eutr.-polytr.
Abwassertolerante Arten	Anteil in %	22,37	20,41	30,65	18,10	22,07	23,16	23,05	33,59	17,01	27,65
Plankter	Anteil in %	4,31	1,88	3,16	1,82	2,96	3,52	3,09	0,94	5,18	3,10

Die Auswertung der alternativen Bewertungsverfahren verdeutlicht, dass die Gütedefizite der Innerste auch an der Probestelle unterhalb der Einleitung stetig auftreten.

Die Bewertung des Trophiestatus nach DVWK (1999) wird nach der **schematisierten Bearbeiterbewertung** überwiegend mit „gut“ bewertet. Lediglich die Proben aus den Untersuchungsjahren 2016 und 2021 werden als mäßig klassifiziert. Allerdings unterstellt dieser Bewertungsansatz bereits einen eutrophen Referenzzustand für Tieflandflüsse.

Die Innerste wird auf Basis des **Halobienindex** nach ZIEMANN (1999) im Mittel als „typisches Süßwasser“ eingestuft. Nur in einzelnen Jahren (2018, 2019 und 2021) sind die Indexwerte relativ hoch, bzw. an der Grenze zu „Süßwasser mit erhöhtem Salzgehalt“.

Die **Trophieindices** nach ROTT et al. (1999) und PFISTER et al. (2016) weisen für die Innerste durchgehend einen eutroph-polytrophen Trophiestatus aus.

Der Anteil **abwassertoleranter Diatomeenformen** ist in allen Proben erhöht. Im Mittel befindet sich der Wert für alle Untersuchungsjahre im Bereich der deutlichen bis starken stofflichen Belastung. Der Anteil obligatorischer Plankter ist unauffällig.

Die detaillierte Betrachtung der Einzelergebnisse zeigt unregelmäßig wiederkehrende, i.d.R. aber nur geringe Unterschiede.

In einzelnen Jahren (2016 und 2018) erzielten die Proben aus dem Frühjahr bessere Bewertungsergebnisse als die im (Spät)Sommer entnommenen Proben. Insbesondere im sehr niederschlagsarmen Sommer 2018 dürfte die extreme Niedrigwasserphase die Bewertungsergebnisse nachteilig beeinflusst haben. 2020 waren hingegen die Frühjahrsproben tendenziell schlechter ausgeprägt als die Sommerproben.

Auch hinsichtlich der Uferseiten zeigt die Auswertung über den gesamten Monitoringzeitraum keine eindeutige Tendenz. Gleichwohl in mehreren Jahren Unterschiede zwischen den Uferseiten erkennbar werden, wird sowohl bezogen auf die errechneten Trophieindizes als auch auf die Anteile verschmutzungstoleranter Taxa keine signifikante erhöhte Belastung einer einzelnen Uferseite deutlich.

Für das aktuelle Untersuchungsjahr **2024** sind die entsprechenden Bewertungsergebnisse in der folgenden Tabelle detailliert dargestellt.

**Tabelle 3.25 Bewertungsergebnisse der Diatomeen an Probestelle 2 unterhalb der Salzeinleitung für zwei Durchgänge im Untersuchungsjahr 2024. Angegeben sind die Ergebnisse der rechten und linken Uferseite, sowie die zusammengefasste Bewertung beider Uferseiten für verschiedene Verfahren.**

SW = Süßwasser; SG = erhöhter Salzgehalt; unbef. = unbefriedigend, ÖZK=Ökologische Zustandsklasse.

Probestelle	Innerste, PS 2, Friedhof Ahrbergen, unterhalb der Einleitung						
LAWA-Typ	Typ 15; Sand- und lehmgeprägte Tieflandflüsse						
Diatomeentyp	D 12.2						
Probenahme		Mai 2024			Juli 2024		
		links	rechts	gesamt	links	rechts	gesamt
Phylib (Version 7.0)	Halobienindex D	1,493	3,682	3,049	8,609	2,976	8,833
	Trophieindex D	2,574	2,75	2,69	2,604	2,612	2,613
	Referenzarten Σ	38,636	41,781	40,206	53,521	50,614	51,636
	ÖZK Diatomeen	3	3	3	3	3	3
Alternative Bewertungsverfahren für Diatomeen							
TDI DVWK (1999)	Trophieindex TDI	2,67	3,13	2,97	2,88	3,25	3,03
	Trophiestatus	II	III	II-III	II-III	III-IV	III
	Referenztrophy	eutroph 1	eutroph 1	eutroph 1	eutroph 1	eutroph 1	eutroph 1
	schematisierte Bewertung	sehr gut	mäßig	gut	gut	unbefr.	mäßig
Halobienindex nach Ziemann (1999)	HI Ai	3,13	0,69	2,09	2,98	3,30	3,64
	Salzstatus Ai	SW	SW	SW	SW	SW	SW
Trophieindex nach Rott et al. (1999)	Trophieindex	2,89	2,84	2,89	2,85	2,76	2,80
	Trophiestatus	eutr.-polytr.	eutr.-polytr.	eutr.-polytr.	eutr.-polytr.	eutr.-polytr.	eutr.-polytr.
Trophieindex nach Pfister et al. (2016)	Trophieindex	2,59	2,77	2,71	2,60	2,61	2,61
	Trophiestatus	eutr.-polytr.	eutr.-polytr.	eutr.-polytr.	eutr.-polytr.	eutr.-polytr.	eutr.-polytr.
Abwassertolerante Arten	Anteil in %	13,35	32,23	22,66	21,99	44,72	32,64
Plankter	Anteil in %	6,78	3,31	5,27	1,39	0,00	0,93

Wie auch in den Vorjahren werden auch im aktuellen Untersuchungsjahr 2024 alle Proben aus dem unterhalb der Einleitung gelegenen Gewässerabschnitt durch das Programm PHYLIB in die Klasse „mäßig“ eingestuft.

Die schematisierte Bearbeiterbewertung der Nährstoffbelastung auf Basis des Trophieindex nach DVWK wird uneinheitlich bewertet. Im Frühjahr (Mai) zeigt die Probe vom linken Ufer einen schwach eutrophen Zustand entsprechend der angenommenen Referenztrophy an. Für das rechte Ufer werden auf Basis der Diatomeen hingegen polytrope Bedingungen bzw. ein mäßiger trophischer Zustand indiziert. Die Sommerprobe (Juli) zeigt eine ähnliche Tendenz, jedoch werden die Proben jeweils um eine Klasse ungünstiger bewertet.

Die Trophieindices nach ROTT (1999) bzw. PFISTER (2016) indizieren eu- bis polytrope Bedingungen. Auch diese Indices zeigen im Vergleich zu den Vorjahren keine wesentliche Veränderung.

Die hohen Anteile abwassertoleranter Formen belegen, dass auch in diesem Gewässerabschnitt der Innerste deutliche bis starke saprobielle Belastungen wirksam sind.

Auf Basis des Halobienindex (ZIEMANN, 1999) wird keine Salzbelastung in diesem Gewässerabschnitt indiziert. Wie auch in den Vorjahren wird die Innerste auf Basis dieses Ansatzes als „typisches Süßwasser“ klassifiziert.

Insgesamt stimmen die Bearbeiter auch für die Probestelle 2 mit der PHYLIB-Bewertung überein und weisen für die Innerste auf Basis der Diatomeen einen „mäßigen“ ökologischen Zustand bzw. ein „mäßiges“ ökologisches Potential aus. Es ist von einer wirksamen Eutrophierung der Innerste gegenüber dem Referenzzustand auszugehen.

### Bearbeiterbewertung der Diatomeen unterhalb der Einleitung: **mäßig**

#### 3.2.2.5 Ergebnisse und Bewertung Phytobenthos ohne Diatomeen (PoD)

Das PoD wurde an der Probestelle 2 in den Jahren 2016 und 2022 untersucht. Insgesamt wurden 2022 im Bereich der Probestelle 2 (unterhalb der Einleitung) sieben Taxa des Phytobenthos (ohne Diatomeen) nachgewiesen.

Die artenarme Algengesellschaft dieser Probestelle wird dominiert durch meso- bis eutraphente Taxa der Gattung *Vaucheria*. Da diese Art an der Probestelle jedoch nicht massenhaft vorkommt, ist sie nicht pauschal als Störzeiger zu werten. Die übrigen Taxa bzw. Gattungen verfügen über eine eher breite ökologische Valenz.

*Rhizoclonium hieroglyphicum* tritt vor allem bei höheren Nährstoffgehalten auf und toleriert eine deutliche organische Belastung. Diese Art wird durch PHYLIB nicht als deutlicher Störzeiger gewertet, sondern der Indikatorgruppe B zugeordnet.

Als einzige Art der Indikatorgruppe C (Störzeiger) treten vereinzelt Taxa der Gattung *Oedogonium* auf.

Bezogen auf die Salztoleranz präferieren die nachgewiesenen Arten Süßwasser, tolerieren jedoch auch ein brackisches Milieu.

**Tabelle 3.26 Gesamtartenliste PoD im Bereich der Probestelle 2 „Friedhof Ahrbergen“ im Untersuchungsjahr 2022.**

Häufigkeitsklassen bei einer Skala von 1 (= mikroskopisch selten) bis 5 (= massenhaft)

DV-Nr	Taxon	Häufigkeitsklasse	Indikatorgruppe
7616	<i>Audouinella pygmaea</i>	1	B
7095	<i>Chantransia Stadien</i>	1	B
7674	<i>Closterium eboracense</i>	1	B
8281	<i>Geitlerinema</i>	1	/
7052	<i>Oedogonium</i>	1	C
7115	<i>Rhizoclonium hieroglyphicum</i>	2	B
7002	<i>Vaucheria</i>	3	B

Die Innerste wird in diesem Gewässerabschnitt aufgrund der Zusammensetzung des nachgewiesenen PoD nach PHYLIB einem guten ökologischen Zustand bzw. Potential zugeordnet. Das Bewertungsergebnis ist gesichert. Die nachfolgende Tabelle fasst die Bewertungsergebnisse des Programms PHYLIB (BAYLFU 2012ff) im Sinne der OGEV (2016) auf Basis der Teilkomponente PoD zusammen. Aus Sicht der Bearbeiter ist das Ergebnis aus der Basis des PoD zu optimistisch. Weiterhin ist im Vergleich der Untersuchungsjahre 2016 und 2022 im Gegensatz zu der Probestelle oberhalb der Einleitung ein günstigerer Phytobenthosindex anzumerken.

**Tabelle 3.27 Zustandsklasse der Probestelle 2 „Friedhof Ahrbergen“ auf Basis der Teilkomponente PoD für die Untersuchungsjahre 2016 und 2022 (PHYLIB Version 6.2.2).**

PB = Phytobenthos, Bew. = Bewertung, dez. = dezimal

Messstelle	LAWA-Typ	PB Typ	PB-Index	PB-Bew. dez.	PB Bewertung
Friedhof Ahrbergen 2016	15	PB 10	0,659	2,040	gut
Friedhof Ahrbergen 2022	15	PB 10	0,726	1,592	gut

### 3.2.2.6 Ergebnisse und Bewertung Makrophyten

Die Makrophyten wurden an der Probestelle 2 in den Jahren 2016, 2019 und 2022 untersucht. Bei der Untersuchung der Makrophyten im Bereich der Probestelle 2 (unterhalb der Salzeinleitung) wurden 2022 nur zwei Makrophytentaxa nachgewiesen. Die Gesellschaft besteht überwiegend aus dem Störzeiger *Sparganium emersum* welcher überwiegend in langsam fließenden, mehr oder weniger nährstoffreichen Gewässern vorkommt. Auf den Steinen der Ufersicherung wächst punktuell das Wassermoo *Fontinalis antipyretica*, welches als Charakterart rhithral geprägter Fließgewässer eingestuft wird. Aufgrund des insgesamt nur geringen Deckungsgrads fällt dieses Vorkommen in der Bewertung jedoch kaum ins Gewicht.

Bei der vorherigen Bestandaufnahme 2019 konnte das Wassermoo an der Probestelle nicht festgestellt werden, so dass *Sparganium emersum* die einzige Art in diesem Bereich war. Bei der erstmaligen Untersuchung 2016 wurden fünf Arten vorgefunden, jedoch waren dies neben dem Wassermoo ausnahmslos Störzeiger, die überwiegend auf eine gestörte Abflussdynamik im Bereich der Probestelle hindeuten.

**Tabelle 3.28 Gesamtartenliste Makrophyten im Bereich der Probestelle 2 „Friedhof Ahrbergen“ in den Untersuchungsjahren 2016, 2019 und 2022.**

Pflanzenmenge (Häufigkeitsklasse): Skala von 1 (=sehr selten) bis 5 (= massenhaft)

Wuchsform (S=submers, E=emers, F/Sb= Freischwimmend/Schwimblatt)

DV-Nr.	Taxon-Name	Indikatorgruppe	Wuchs	Pflanzenmenge		
				2016	2019	2022
2000	<i>Fontinalis antipyretica</i>	A	S	1	-	1
2018	<i>Lemna minor</i>	C	F/Sb	2	-	
2001	<i>Potamogeton pectinatus</i>	C	S	1	-	
2992	<i>Sparganium emersum</i>	C	S / E	4	2	3
2031	<i>Spirodela polyrhiza</i>	C	F/Sb	1	-	

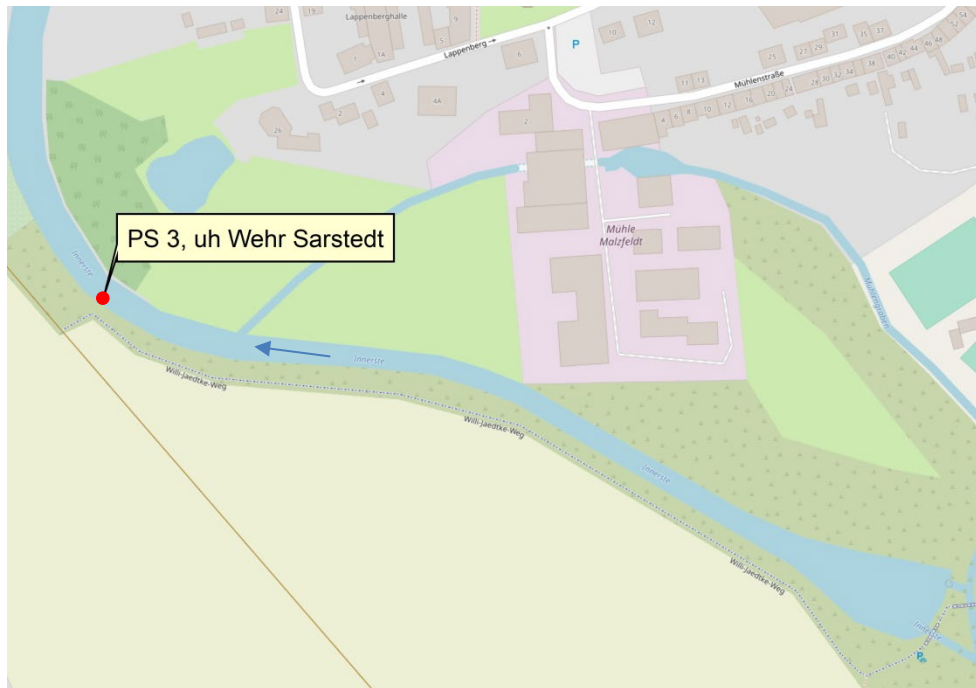
Die Innerste in diesem Gewässerabschnitt aufgrund der Zusammensetzung der 2022 nachgewiesenen Makrophyten nach PHYLIB einem „unbefriedigenden“ ökologischen Zustand bzw. Potential zugeordnet. Das Bewertungsergebnis ist gesichert und auch aus Bearbeitersicht plausibel. Im Vergleich zu den Bewertungen der vorherigen Untersuchungen dieser Qualitätskomponente haben sich keine wesentlichen Unterschiede ergeben. Die nachfolgende Tabelle fasst die Bewertungsergebnisse des Programms PHYLIB (BAYLFU 2012ff) auf Basis der Teilkomponente Makrophyten zusammen.

**Tabelle 3.29 Zustandsklasse der Probestelle 2 „Friedhof Ahrbergen“ auf Basis der Teilkomponente Makrophyten aus den Untersuchungsjahren 2016, 2019 und 2022 (PHYLIB Version 6.2.2)**

Probestelle	Innerste, PS 2, Friedhof Ahrbergen		
LAWA-Typ	15		
MKP Typ	TRm		
Jahr	2016	2019	2022
MKP-Index	0,031	0	0,036
Anzahl submerser Taxa M	5	1	2
eingestufte Taxa [%] M	100	100	100
Gesamtquantität submers M	75	1	28
MKP Bewertung	<b>unbefriedigend</b>	<i>schlecht</i>	<b>unbefriedigend</b>
Ergebnis	gesichert	nicht gesichert	gesichert



### 3.2.3 Probestelle 3 unterhalb Wehr Sarstedt



Koordinaten:

3558221

5788998

**Abbildung 3.13 Übersicht zur Lage der Probestelle 3 an der Innerste unterhalb des Wehr Sarstedt (linkes Ufer)**



**Abbildung 3.14 Übersichtsfoto Probestelle 3 an der Innerste: Aufwärts**



**Abbildung 3.15 Übersichtsfoto Probestelle 3 an der Innerste: Abwärts**



**Abbildung 3.16 Detailfoto der Probestelle 3 an der Innerste.**

Die Probestelle 3 liegt unterhalb der Einmündung des Bruchgrabens sowie unterhalb des Wehrs in Sarstedt und wurde im Jahr 2023 neu in das Untersuchungsprogramm aufgenommen. In diesem Bereich fließt die Innerste mäßig schnell. Mit einer durchschnittlichen Tiefe zwischen 1,0 und 2,0 m ist das Gewässer an dieser Stelle nicht mehr durchwattbar. Die Ufer fallen relativ steil ab und sind mit Wasserbau-Steinen gesichert. Das Substrat besteht, soweit erkennbar, aus Feinsedimenten und Kiesen unterschiedlicher Körnung sowie aus Steinen. Da die Innerste an dieser Stelle nicht durchwattbar ist, erfolgte die Probenahme einseitig am linken Ufer. Bezüglich des Fließverhaltens und der hydromorphologischen Ausprägung besteht eine große Ähn-

lichkeit zur Probestelle 1 „Bahnbrücke Ahrbergen“. Die Probestelle ist weitgehend mit der offiziellen Referenzmessstelle für den Oberflächenwasserkörper (OWK) vergleichbar und ist von den Einleitungen der Kläranlage Sarstedt unbeeinflusst. Aufgrund ihrer Lage zur ehemaligen bzw. potentiellen Einleitstelle der K+S Minerals and Agriculture GmbH nach erfolgter Volldurchmischung und vergleichbarer hydromorphologischer Ausprägung eignet sich die Probestelle daher in besonderem Maße für vergleichende Untersuchungen und Analysen mit der Probestelle 1 „Bahnbrücke Ahrbergen“.

An der Probestelle 3 decken sich die Messergebnisse der physikalisch-chemischen Gewässerparameter aus 2023 und 2024 weitgehend mit den Werten der oberhalb gelegenen Probestelle 2 (Friedhof Ahrbergen). Sauerstoffgehalt und pH-Wert bewegen sich in einem Bereich, der für sand- und lehmgeprägte Tieflandflüsse als gewässertypisch zu bezeichnen ist. Die elektrische Leitfähigkeit war 2023 im Vergleich zur Messstelle 1 „Bahnbrücke Ahrbergen“ erhöht, im Vergleich zur Probestelle „Friedhof Ahrbergen“ jedoch leicht rückläufig. Im Mai 2024, ohne aktive Einleitungen der K+S Minerals and Agriculture GmbH in die Innerste, lag die Leitfähigkeit mit einem Wert von 922  $\mu\text{S}/\text{cm}$  oberhalb des Bereichs, der von POTTGIEßER (2018) als gewässertypisch charakterisiert wird (max. 850  $\mu\text{S}/\text{cm}$ ) und geringfügig oberhalb der Werte, die an der Probestelle 2 (Friedhof Ahrbergen) gemessen wurden.

**Tabelle 3.30 Chemisch-physikalische Parameter in der Innerste zum jeweiligen Untersuchungszeitpunkt 2024 unterhalb des Wehr Sarstedt (Probestelle 3).**

Datum	Ufer	Temp.[°C]	LF [ $\mu\text{S}/\text{cm}$ ]	pH	O <sub>2</sub> [%]	O <sub>2</sub> [mg/l]
07.05.2024	links	13,9	922	8,0	119,8	12,3

### 3.2.3.1 Ergebnisse Makrozoobenthos

**Tabelle 3.31 Artenliste des Makrozoobenthos an der Probestelle 3 „unterhalb Wehr Sarstedt“ vom 27.04.2023 und 07.05.2024.**

Angegeben ist jeweils der Mittelwert der linken und rechten Uferseite in Individuen pro 1,25 m<sup>2</sup>

DV_Nr	Taxa	Familie	2023	2024
1002	<i>Gammarus pulex</i>	Amphipoda	5	64
112	<i>Elmis</i>	Coleoptera	1	3
112	<i>Elmis</i> (Larve)	Coleoptera		6
361	<i>Esolus</i> (Larve)	Coleoptera		1
187	<i>Esolus parallelepipedus</i>	Coleoptera		3
359	<i>Limnius</i> (Larve)	Coleoptera		2
26	<i>Orectochilus villosus</i> (Larve)	Coleoptera		1
113	<i>Oulimnius</i> (Larve)	Coleoptera		2
17	<i>Oulimnius tuberculatus</i>	Coleoptera	4	52
21	<i>Platambus maculatus</i>	Coleoptera		2
20169	Scirtidae (Larve)	Coleoptera	2	
609	<i>Atrichops crassipes</i>	Diptera - Athericidae		5
20965	<i>Ceratopogoninae</i> / <i>Palpomyiinae</i>	Diptera - Ceratopogonidae		23
910	<i>Chironomini</i>	Diptera - Chironomidae	5	99

DV_Nr	Taxa	Familie	2023	2024
10557	<i>Diamesa insignipes</i>	Diptera - Chironomidae		166
106	Orthocladinae	Diptera - Chironomidae	114	897
502	Tanypodinae	Diptera - Chironomidae	4	33
605	Tanytarsini	Diptera - Chironomidae	14	66
599	Hemerodromia	Diptera - Empididae		23
121	Psychodidae	Diptera - Psychodidae	2	
762	Simulium	Diptera - Simuliidae	3	547
10191	Simulium (Nevermannia)	Diptera - Simuliidae		137
900	Simulium (Wilhelmia)	Diptera - Simuliidae		41
755	Simulium (Wilhelmia) equinum	Diptera - Simuliidae		67
536	Simulium noelleri	Diptera - Simuliidae		7
20033	Simulium ornatum - Gruppe	Diptera - Simuliidae		67
7	Baetis	Ephemeroptera		17
739	Baetis buceratus	Ephemeroptera	33	
601	Baetis fuscatus - Gruppe	Ephemeroptera		3
20174	Baetis lutheri - Gruppe	Ephemeroptera	6	
348	Baetis muticus	Ephemeroptera		4
107	Baetis rhodani	Ephemeroptera	5	4
278	Baetis vernus	Ephemeroptera		26
20957	Caenis macrura - Gruppe	Ephemeroptera	2	
252	Centroptilum luteolum	Ephemeroptera	1	4
20021	Serratella ignita	Ephemeroptera		4
60	Aphelocheirus aestivalis	Heteroptera	3	2
189	Gerris	Heteroptera		1
10154	Micronecta	Heteroptera	2	
1927	Caspiobdella fadejewi	Hirudinea		1
1000	Erpobdella octoculata	Hirudinea		1
1017	Glossiphonia complanata	Hirudinea		1
1004	Asellus aquaticus	Isopoda		2
1107	Proasellus coxalis	Isopoda	1	8
1040	Anisus vortex	Mollusca	2	
1398	Bithynia leachii leachii	Mollusca		4
1009	Bithynia tentaculata	Mollusca	22	6
1024	Gyraulus albus	Mollusca		2
1037	Pisidium	Mollusca	5	6
1409	Radix balthica	Mollusca	3	
1115	Sphaerium	Mollusca	7	14
1085	Valvata piscinalis	Mollusca	1	
1277	Nematomorpha	Nematomorpha		3
124	Calopteryx splendens	Odonata	3	5
159	Ischnura elegans	Odonata	1	
10480	Ophiogomphus cecilia	Odonata		1
101	Platycnemis pennipes	Odonata	1	4
1092	Eiseniella tetraedra	Oligochaeta (Para- bzw. Polyphyla)	1	
1365	Enchytraeidae	Oligochaeta (Para- bzw. Polyphyla)		16
1094	Lumbriculus variegatus	Oligochaeta (Para- bzw. Polyphyla)		16
1938	Oligochaeta	Oligochaeta (Para- bzw. Polyphyla)	6	
10172	Leuctra geniculata	Plecoptera	2	3
10121	Allotrichia pallicornis	Trichoptera		36
14	Anabolia nervosa	Trichoptera	16	1
211	Athripsodes cinereus	Trichoptera		6
63	Brachycentrus subnubilus	Trichoptera		4
724	Ceraclea albimacula	Trichoptera		21
793	Ceraclea dissimilis	Trichoptera	6	17
423	Cheumatopsyche lepida	Trichoptera	1	

DV_Nr	Taxa	Familie	2023	2024
69	<i>Cyrnus trimaculatus</i>	Trichoptera	3	6
15	<i>Halesus</i>	Trichoptera	1	1
20995	<i>Hydropsyche incognita / pellucidula</i>	Trichoptera	4	
115	<i>Hydropsyche pellucidula</i>	Trichoptera		5
848	<i>Hydropsyche siltalai</i>	Trichoptera	3	8
331	<i>Hydroptila</i>	Trichoptera	21	163
714	<i>Ithytrichia lamellaris</i>	Trichoptera		54
219	<i>Limnephilus flavicornis</i>	Trichoptera		1
220	<i>Limnephilus lunatus</i>	Trichoptera	4	
858	<i>Lype reducta</i>	Trichoptera		2
451	<i>Mystacides azurea</i>	Trichoptera	1	6
453	<i>Neureclipsis bimaculata</i>	Trichoptera		1
743	<i>Oecetis</i>	Trichoptera	1	
622	<i>Oecetis notata</i>	Trichoptera		4
372	<i>Plectrocnemia</i>	Trichoptera	5	
144	<i>Plectrocnemia conspersa</i>	Trichoptera		7
12	<i>Polycentropus flavomaculatus</i>	Trichoptera	4	2
324	<i>Psychomyia pusilla</i>	Trichoptera		9
611	<i>Rhyacophila (Rhyacophila)</i>	Trichoptera		1
1946	<i>Dugesia</i>	Turbellaria (Para- bzw. Polyphyla)	1	3
Anzahl Taxa			46	72
Summe Individuen			341	3.235

An der Probestelle 3 wurden im Mai 2024 3.235 Individuen gezählt, welche sich auf 72 Taxa verteilen. Hierzu zählen auch Bestimmungen auf höherem taxonomischem Niveau und die Entwicklungsstadien. Diesjährig sind somit beide Parameter, Taxa wie auch Individuenzahl, deutlich höher als im Vorjahr. Die Messstelle 3 erreicht im Vergleich der drei Probestellen bezüglich Arten- und Taxazahl im Mai 2024 die höchsten Werte.

Es konnten 10 Arten der Roten Liste Deutschlands nachgewiesen werden, wobei drei von diesen auf der Vorwarnliste geführt werden. Diese sind *Anisus vortex*, *Aphelocheirus aestivalis* und *Calopteryx splendens*. Die Libelle (Odonata) *Ophiogomphus cecilia* wird auf der Roten Liste Deutschland als stark gefährdet geführt. Die Steinfliege *Leuctra geniculata* (Steinfliege) und die Köcherfliegen *Ithytrichia lamellaris*, *Allotrichia pallicornis*, und *Brachycentrus subnubilus* sind deutschlandweit als gefährdete Arten (Kategorie 3) eingestuft. Auch die Eintagsfliege *Baetis buceratus* wird bundesweit als gefährdet geführt und im niedersächsischen Hügelland als stark gefährdet (Kategorie 2) eingestuft.

Insgesamt treten im Abschnitt unterhalb des Wehrs Sarstedt, ähnlich wie auch an den oberhalb gelegenen Probestellen, überwiegend anpassungsfähige und wenig spezialisierte Taxa in Erscheinung. Die in diesem Gewässerabschnitt festgestellte Makrozoobenthoszönose ist in ihrer Grundstruktur vergleichbar mit der Zusammensetzung des Makrozoobenthos der Probestelle 1 und 2, was die gegebene Belastung der Innerste im gesamten Gewässerabschnitt unterstreicht.

Unterschiede zwischen den Probestellen werden bei genauerer Betrachtung auf Basis einzelner funktionaler Gruppen deutlich. So wurden an dieser Messstelle deutlich geringere Anteile von belastungstoleranten **Würmern** im Vergleich zum oberhalb liegenden, wehrgeprägten Gewässerabschnitt nachgewiesen. Darüber hinaus werden Unterschiede auch im Hinblick auf die Zusammensetzung der wertgebenden EPT-Taxa deutlich. So ist der Anteil an **Eintagsfliegen** mit einer Vorliebe für schneller fließende Gewässer tendenziell höher. So wurde bspw. die Eintagsfliege *Baetis rhodani* im Bereich dieser Probestelle mit 5 Individuen nachgewiesen, während diese Art oberhalb der Einleitung lediglich mit 2 Individuen auftrat und im Bereich der Probestelle 2 gar nicht nachgewiesen werden konnte. Taxa aus der Gruppe der **Steinfliegen** konnten im Monitoringjahr 2024 erstmals an allen Probestellen nachgewiesen werden.

Generell ist festzuhalten, dass der Anteil an Taxa mit einer Präferenz für Hartsubstrate und schnellere Strömungsgeschwindigkeiten an dieser Probestelle höher ist, als im Bereich der Probestelle 2 (Friedhof Ahrbergen), die merklich durch den Rückstau des Wehres beeinflusst wird.

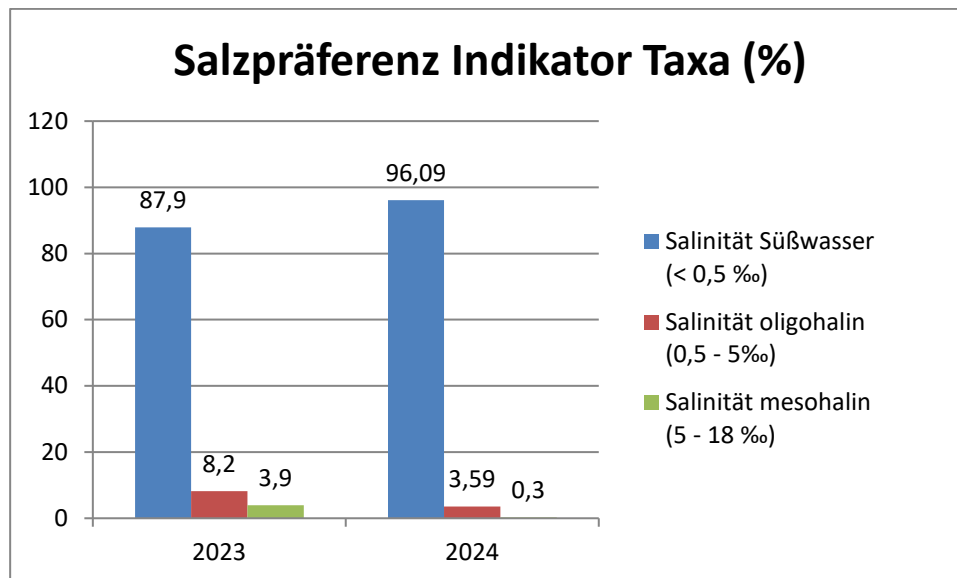
Die Auswertung des Metric „**Salzpräferenz**“ für die Probestelle unterhalb des Wehres Sarstedt zeigt eine deutliche Dominanz an Süßwasserarten 2023 wie auch 2024. Der Anteil an Indikatortaxa, die aufgrund ihrer Präferenz als Süßwasserart eingestuft werden, liegt 2024 bei 96%. Arten mit einer Präferenz für ein oligohalobes Milieu stellen ca. 3,6%. Etwa 0,3% der hinsichtlich ihrer Salinitätspräferenz eingestuften Taxa indizieren ein mesohalobes Milieu. Indikatortaxa für polyhaline und euhaline Verhältnisse treten innerhalb der Zönose nicht auf.

Diesjährig sind mehr Süßwasserarten und dementsprechend weniger Taxa mit Präferenz für oligo- und mesohaline Lebensräume aufgetreten.

Aus Sicht der Bearbeiter ist aus diesem Befund jedoch kein monokausaler Zusammenhang mit der im Vergleich zu den Vorjahren reduzierten Salinität abzuleiten. Wie bereits an anderer Stelle angemerkt, waren der Winter und das Frühjahr durch höhere Abflussraten und Hochwässer geprägt. In der Folge waren auch an der Probestelle 3 die Steine durch geringere Feinsedimentauflagen geprägt. Die Besiedlungsmöglichkeiten für das Makrozoobenthos waren daher im Mai 2024 im Vergleich zum Jahr 2023 verbessert.

Diese Aussage wird auch durch die Ergebnisse für die Probestelle 1 „Bahnbrücke Ahrbergen“ gestützt. Auch an dieser Probestelle wurden im Mai 2024 signifikant mehr Arten nachgewiesen als im Jahr 2023. Über den gesamten Monitoringzeitraum zwischen 2015 und 2024 schwankt die Anzahl der nachgewiesenen Makrozoobenthosarten an der Probestelle oberhalb der (ehemaligen) Einleitstelle der K+S Minerals and Agriculture GmbH zwischen 29 und 69 Taxa. Im Rahmen von wiederholten Makrozoobenthosuntersuchungen ist eine solche Schwankungsbreite vielmehr als weitgehend normal anzusehen. Insbesondere unter den Bedingungen einer moderaten stofflichen Belastung wirken übergeordnete Faktoren wie das Abflussverhalten und das mittelfristige Temperatur- und Wetterregime steuernd auf die Zu-

sammensetzung des Makrozoobenthos, wobei die Grundstruktur der Gemeinschaftszusammensetzung davon in der Regel unbeeinflusst bleibt.



**Abbildung 3.17** Anteile eingestufte Indikatoren (N=19) in Prozent des Metrics „Salzpräferenz“ an der Probestelle 3 „uh. Wehr Sarstedt“ (linkes Ufer)

### 3.2.3.2 Bewertung Makrozoobenthos

Das Programm PERLODES stuft die 2023 neu eingerichtete Probestelle „unterhalb Wehr Sarstedt“ auch im Untersuchungsjahr 2024 in die ökologische Potenzialklasse „gut“ ein.

**Tabelle 3.32** Ökologische Potenzialklasse der Innerste an Probestelle „uh. Wehr Sarstedt“ (linkes Ufer)

Periodes Bewertung		uh. Wehr Sarstedt, (linkes Ufer)	
Fließgewässertyp		Typ 15:	
HMWB Fallgruppe Kürzel		BmV	
HMWB Taxaliste für das Modul "Allg. Degradation"		original	
Probenahme		2023	2024
Ökologisches Potenzial	ökologische Potenzialklasse (HMWB)	2	2
	Ergebnis der ÖZK gesichert	ja	ja
Modul Saprobie	Qualitätsklasse Saprobie	2	2
	Ergebnis Saprobie ist gesichert	ja	ja
	Deutscher Saprobienindex (neu)	2,02	2,05
	- Streuungsmaß	0,039	0,044
	- Abundanzsumme	46	96
Modul Allgemeine Degradation	Qualitätsklasse Allg. Degradation	2	1
	Faunaindex Flx15_17: Wert	0,578	0,804
	Ergebnis Fauna-index / PTI gesichert	ja	ja
	Summe der Abundanzklassen	33	59
	Anzahl Indikator-taxa	21	32
	[%] Zonation Littoral	15,26	3,878
	[%] EPT (HK)	45,83	36,53
	Trichoptera	13	21
	Neozoenanteil	0,3	0,3



Das **Modul Saprobie** wird in beiden Jahren bei nahezu identischen Indexwerten mit „gut“ bewertet.

Das Modul „**Allgemeine Degradation**“, dass sich aus den Teilmetrics „Fauna-Index“, „Litoral-Besiedler“, „Trichoptera Arten“ und „EPT-Taxa“ zusammensetzt, wird in die Qualitätsklasse „sehr gut“ eingestuft. Bei der Bewertung dieses Moduls wirkt sich insbesondere die Einstufung des Teilmetrics „Faunaindex“ positiv aus. Im Vergleich zur oberhalb gelegenen Probestelle 2 erzielen aber auch die Teilmetrics „Fauna-Index“ und der Anteil der „Littoral-Arten“ deutlich bessere Ergebnisse. Diese Einstufungen verdeutlichen die verbesserten Fließbedingungen an dieser Probestelle bzw. die negativen Auswirkungen des Rückstaus an der Probestelle 2 „Friedhof Ahrbergen“.

Weiterhin akzentuiert der Vergleich zwischen den %-Anteilen für die Besiedlung der Probestelle mit Stillwasserarten die bereits an anderer Stelle beschriebenen Auswirkungen der Abflussbedingungen auf die Zusammensetzung des Makrozoobenthos. Im Vergleich zum Jahr 2023 war der Anteil der Littoralbesiedler im Mai 2024 signifikant geringer und auch die quantitativen Anteile der EPT-Fauna (Eintags-, Stein- und Köcherfliegen) weicht deutlich von den Werten im Jahr 2023 ab.

Insgesamt bewerten die Bearbeiter das ökologische Potential des Gewässerabschnitts auf Basis der Qualitätskomponente Makrozoobenthos im Jahr 2024 wie auch 2023 noch als „gut“. Aus Sicht der Bearbeiter ist jedoch eine Tendenz zur Einstufung „mäßig“ gegeben, da die Gruppe der Steinfliegen nur mit einer Art in geringer Häufigkeit auftritt. Innerhalb der funktionalen Gruppen erreichen nur wenige spezialisierte Arten höhere Individuenzahlen. Dies gilt auch für die ansonsten divers ausgeprägte Besiedlung mit Eintags- und Köcherfliegen. Auch hier tritt die Mehrzahl der Arten in nur geringer Häufigkeit in Erscheinung.

**Ökologische Klasse MZB (Bearbeiterbewertung):** **gut** bis **mäßig**



### 3.2.3.3 Ergebnisse Diatomeen

Auch im Gewässerabschnitt unterhalb des Wehrs Sarstedt wird die Innerste von ubiquitär verbreiteten Arten dominiert, die über ein breites trophisches Spektrum sowie eine mittlere bis hohe Toleranz gegenüber Verschmutzungen verfügen. In allen Proben traten insbesondere *Achnanthes minutissima* var. *minutissima* und *Amphora pediculus* in hohen Individuenzahlen auf. Auch die verschmutzungstoleranten Arten *Navicula gregaria* und *Navicula minima* waren stetig verbreitet und wurden im Mittel mit einem Artanteil zwischen 5% und 10% nachgewiesen.

Seit Beginn der Untersuchungen an dieser Stelle im Frühjahr 2023 wurden lediglich *Achnanthes subatomoides* als Art der Roten Liste nachgewiesen. Diese Art wird in der Kategorie V (Vorwarnliste) geführt und wurde einmalig mit einem geringen Artanteil <1% erfasst.

**Tabelle 3.33 Taxaliste der Diatomeen an der Probestelle 3 (uh. Wehr Sarstedt) für jeweils zwei Probenahmen pro Jahr an der linken Uferseite im Monitoringzeitraum 2023 bis 2024. Angaben als Häufigkeit [%].**

Min = Minimum, Max = Maximum, MW = Mittelwert, n = Anzahl Proben, in denen die Art nachgewiesen wurde

DV-Nr.	Taxon	Min [%]	Max [%]	MW [%]	n	Erster Fund	Letzter Fund
6855	<i>Achnanthes conspicua</i>	0,22	0,41	0,31	2	2023	2024
6047	<i>Achnanthes hungarica</i>	0,21	0,21	0,21	1	2023	2023
6260	<i>Achnanthes lanceolata</i> ssp. <i>frequentissima</i> var. <i>frequentissima</i>	1,31	2,19	1,76	4	2023	2024
16127	<i>Achnanthes lanceolata</i> ssp. <i>lanceolata</i> var. <i>lanceolata</i>	0,84	2,41	1,60	4	2023	2024
6014	<i>Achnanthes minutissima</i> var. <i>minutissima</i>	6,96	16,41	11,38	4	2023	2024
6984	<i>Achnanthes ploenensis</i> var. <i>ploenensis</i>	0,21	0,21	0,21	1	2023	2023
6276	<i>Achnanthes subatomoides</i>	0,41	0,41	0,41	1	2023	2023
6860	<i>Amphora libyca</i>	0,21	0,66	0,42	3	2023	2024
6286	<i>Amphora montana</i>	0,22	0,22	0,22	1	2024	2024
6983	<i>Amphora pediculus</i>	4,16	20,37	13,35	4	2023	2024
6050	<i>Asterionella formosa</i>	0,61	0,61	0,61	1	2023	2023
6797	<i>Aulacoseira</i>	0,22	2,41	1,18	4	2023	2024
6823	<i>Caloneis</i>	0,22	0,22	0,22	1	2024	2024
6043	<i>Caloneis amphisbaena</i>	0,22	0,22	0,22	1	2024	2024
6051	<i>Caloneis bacillum</i>	2,63	4,80	3,56	4	2023	2024
6789	<i>Centrales</i>	0,20	0,84	0,52	2	2023	2023
6020	<i>Cocconeis pediculus</i>	1,27	1,27	1,27	1	2023	2023
6021	<i>Cocconeis placentula</i>	0,20	3,71	2,36	3	2023	2024
6177	<i>Cyclotephanos invisitatus</i>	0,21	0,22	0,21	2	2023	2024
6002	<i>Cyclotella meneghiniana</i>	1,09	1,27	1,18	2	2023	2024
6031	<i>Cymatopleura solea</i>	0,21	0,22	0,21	2	2023	2024
6909	<i>Cymbella minuta</i>	0,20	0,44	0,32	2	2023	2024
6040	<i>Cymbella prostrata</i>	0,21	0,22	0,21	2	2023	2024
6749	<i>Cymbella reinhardtii</i>	0,21	0,21	0,21	1	2023	2023
6898	<i>Cymbella silesiaca</i>	1,09	2,11	1,58	4	2023	2024
6065	<i>Cymbella sinuata</i>	0,22	1,02	0,63	4	2023	2024
6147	<i>Diatoma</i>	0,22	0,22	0,22	1	2024	2024
6209	<i>Diatoma moniliformis</i>	0,20	0,20	0,20	1	2023	2023
16206	<i>Diatoma moniliformis</i> ssp. <i>ovalis</i>	0,61	0,66	0,63	2	2023	2024
6210	<i>Diatoma tenuis</i>	0,22	0,22	0,22	1	2024	2024
6347	<i>Diploneis oculata</i>	0,22	0,22	0,22	1	2024	2024
6369	<i>Eunotia minor</i>	0,21	0,21	0,21	1	2023	2023

DV-Nr.	Taxon	Min [%]	Max [%]	MW [%]	n	Erster Fund	Letzter Fund
6033	<i>Fragilaria capucina</i>	0,63	0,63	0,63	1	2023	2023
16571	<i>Fragilaria capucina distans</i> - Sippen	0,22	0,22	0,22	1	2024	2024
6392	<i>Fragilaria capucina</i> var. <i>gracilis</i>	0,22	2,04	1,37	4	2023	2024
6034	<i>Fragilaria construens</i>	0,22	0,22	0,22	1	2024	2024
16573	<i>Fragilaria construens</i> - Sippen	0,21	0,21	0,21	1	2023	2023
6397	<i>Fragilaria construens</i> f. <i>binodis</i>	0,21	0,44	0,32	2	2023	2024
6828	<i>Fragilaria construens</i> f. <i>venter</i>	0,20	4,01	2,06	3	2023	2024
6234	<i>Fragilaria fasciculata</i>	0,21	0,21	0,21	1	2023	2023
6776	<i>Fragilaria parasitica</i> var. <i>subconstricta</i>	0,42	0,44	0,43	2	2023	2024
6078	<i>Fragilaria pinnata</i>	0,20	1,27	0,56	3	2023	2024
6239	<i>Fragilaria ulna</i>	0,22	2,24	0,96	3	2023	2024
16996	<i>Fragilaria vaucheriae</i>	0,22	2,11	1,00	4	2023	2024
6079	<i>Frustulia vulgaris</i>	0,21	0,22	0,21	2	2023	2024
6794	<i>Gomphonema</i>	0,22	0,22	0,22	2	2024	2024
6428	<i>Gomphonema micropus</i>	0,20	0,22	0,21	2	2023	2024
6912	<i>Gomphonema minutum</i>	0,44	0,44	0,44	1	2024	2024
6867	<i>Gomphonema olivaceum</i>	0,21	0,88	0,57	3	2023	2024
6158	<i>Gomphonema parvulum</i>	2,62	3,59	2,98	4	2023	2024
6437	<i>Gomphonema pumilum</i>	0,21	0,41	0,28	3	2023	2024
6036	<i>Gyrosigma acuminatum</i>	0,22	0,22	0,22	1	2024	2024
6005	<i>Melosira varians</i>	1,22	8,32	5,18	4	2023	2024
6026	<i>Meridion circulare</i>	1,22	1,31	1,27	2	2023	2024
6990	<i>Navicula</i>	0,20	0,44	0,27	4	2023	2024
16653	<i>Navicula antonii</i>	0,20	0,84	0,37	4	2023	2024
6241	<i>Navicula atomus</i> var. <i>permitis</i>	0,20	0,20	0,20	1	2023	2023
6868	<i>Navicula capitata</i> var. <i>capitata</i>	1,05	2,40	1,73	2	2023	2024
6089	<i>Navicula cincta</i>	0,22	0,22	0,22	1	2024	2024
6010	<i>Navicula cryptocephala</i>	0,20	0,20	0,20	1	2023	2023
6889	<i>Navicula cryptotenella</i>	0,20	0,88	0,38	4	2023	2024
6473	<i>Navicula decussis</i>	0,21	0,21	0,21	1	2023	2023
6916	<i>Navicula goeppertiana</i>	0,22	0,22	0,22	1	2024	2024
6015	<i>Navicula gregaria</i>	1,90	9,85	5,26	4	2023	2024
6864	<i>Navicula lanceolata</i>	1,69	9,19	4,10	4	2023	2024
6094	<i>Navicula menisculus</i>	0,22	0,22	0,22	1	2024	2024
6095	<i>Navicula minima</i>	3,50	12,88	8,99	4	2023	2024
6100	<i>Navicula protracta</i>	0,21	0,21	0,21	1	2023	2023
6101	<i>Navicula pupula</i> var. <i>pupula</i>	0,22	0,22	0,22	1	2024	2024
6192	<i>Navicula seminum</i> var. <i>seminum</i>	0,20	1,31	0,65	4	2023	2024
6873	<i>Navicula slesvicensis</i>	0,20	0,44	0,32	2	2023	2024
6106	<i>Navicula subhamulata</i>	1,69	2,84	2,17	3	2023	2024
6831	<i>Navicula tripunctata</i>	0,22	0,22	0,22	1	2024	2024
6870	<i>Navicula trivialis</i>	0,44	0,44	0,44	1	2024	2024
6890	<i>Navicula veneta</i>	0,44	0,84	0,63	4	2023	2024
26564	<i>Navicula vilaplanii</i>	0,22	0,22	0,22	1	2024	2024
6972	<i>Nitzschia</i>	0,41	1,27	0,80	4	2023	2024
6039	<i>Nitzschia amphibia</i>	0,22	4,28	2,41	4	2023	2024
6242	<i>Nitzschia constricta</i>	0,22	0,22	0,22	1	2024	2024
6008	<i>Nitzschia dissipata</i>	0,63	4,48	2,32	4	2023	2024
16405	<i>Nitzschia elegantula</i>	0,21	0,21	0,21	1	2023	2023
6025	<i>Nitzschia fonticola</i>	0,42	0,81	0,63	3	2023	2024
26681	<i>Nitzschia frequens</i>	0,20	0,20	0,20	1	2023	2023
6196	<i>Nitzschia frustulum</i>	0,41	2,41	1,61	4	2023	2024
6114	<i>Nitzschia hungarica</i>	0,22	0,22	0,22	1	2024	2024
6595	<i>Nitzschia inconspicua</i>	0,21	0,21	0,21	1	2023	2023
16102	<i>Nitzschia levidensis</i> var. <i>salinarum</i>	0,44	0,44	0,44	1	2024	2024
6024	<i>Nitzschia linearis</i>	0,20	1,53	0,72	3	2023	2024
6011	<i>Nitzschia palea</i>	2,18	4,01	3,07	4	2023	2024

DV-Nr.	Taxon	Min [%]	Max [%]	MW [%]	n	Erster Fund	Letzter Fund
6029	<i>Nitzschia recta</i>	0,21	0,44	0,32	2	2023	2024
6027	<i>Nitzschia sigmaidea</i>	0,20	0,20	0,20	1	2023	2023
6610	<i>Nitzschia sinuata</i> var. <i>delognei</i>	0,44	0,44	0,44	1	2024	2024
6961	<i>Nitzschia sociabilis</i>	1,09	3,94	2,15	3	2023	2024
6947	<i>Pennales</i>	0,22	0,63	0,43	2	2023	2024
6844	<i>Pinnularia interrupta</i>	0,22	0,22	0,22	1	2024	2024
6224	<i>Rhoicosphenia abbreviata</i>	0,88	4,37	2,46	4	2023	2024
6225	<i>Simonsenia delognei</i>	0,22	0,22	0,22	1	2024	2024
6131	<i>Stauroneis smithii</i>	0,21	0,21	0,21	1	2023	2023
6009	<i>Stephanodiscus hantzschii</i>	0,41	0,41	0,41	1	2023	2023
6952	<i>Surirella</i>	0,20	0,22	0,21	3	2023	2024
6133	<i>Surirella angusta</i>	0,22	0,22	0,22	1	2024	2024
6228	<i>Surirella brebissonii</i> var. <i>kuetzingii</i>	0,84	4,68	3,02	4	2023	2024
16513	<i>Surirella crumena</i>	0,20	0,20	0,20	1	2023	2023
6694	<i>Surirella roba</i>	0,22	0,22	0,22	1	2024	2024
6091	<i>Tabellaria flocculosa</i>	0,21	1,22	0,55	3	2023	2024

Im aktuellen Monitoringjahr 2024 ist die Probestelle unterhalb des Wehr Sarstedt grundsätzlich als artenreich einzustufen. Im Frühjahr (Mai) wurden 50 Taxa identifiziert, die Herbstuntersuchung erbrachte den Nachweis von 63 Taxa. Wie bereits im Vorjahr treten auch im aktuellen Untersuchungsjahr ubiquitär verbreiteten Arten sowie Arten mit einer erhöhten Toleranz gegenüber saprobiellen Belastungen am häufigsten in Erscheinung. Im Frühjahr (Mai) waren dies *Achnanthes minutissima* var. *minutissima* (16,4%), *Navicula lanceolata* (9,2%), *Navicula gregaria* (9,9%) und *Melosira varians* (8,3%). Im Sommer (Juli) war die verschmutzungstolerante Art *Navicula minima* (12,9%) vor den ubiquitär verbreiteten Arten *Amphora pediculus* (11,8%) und *Achnanthes minutissima* var. *minutissima* (8,7%) die häufigste Art.

Insgesamt wurden im Abschnitt unterhalb des Wehr Sarstedt bei den beiden Probenahmedurchgängen 15 Taxa nachgewiesen, die eine besondere Toleranz gegen Gewässerverschmutzung besitzen. Der Anteil dieser Arten bewegte sich jeweils zwischen 25% und 30%

Im Hinblick auf die Salztoleranz der Diatomeengesellschaft treten im Bereich unterhalb der Wehranlage Sarstedt nur wenige als halophil eingestufte Arten in Erscheinung. Die Anteile dieser Arten liegen zudem nur selten > 1%.

**Tabelle 3.34 Taxaliste der Diatomeen im Untersuchungsjahr 2024 an der Innerste unterhalb des Wehr Sarstedt am linken Ufer. Angegeben ist die Häufigkeit [%] für beide Probendurchgängen (Mai und Juli).**

Status Rote Liste Deutschland (RL D): ne = nicht aufgeführt, V = Vorwarnliste, R = extrem selten, G = Gefährdung unbekannt, 2 = stark gefährdet

DV-Nr	Taxon	tolerant	Halobien-einstufung	RL D	uh Wehr Sarstedt, Mai 2024	uh Wehr Sarstedt, Juli 2024
6855	<i>Achnanthes conspicua</i>		oh/ind	ne	0,22	
6260	<i>Achnanthes lanceolata</i> ssp. <i>frequentissima</i> var. <i>frequentissima</i>		oh/ind	ne	2,19	1,31
16127	<i>Achnanthes lanceolata</i> ssp. <i>lanceolata</i> var. <i>lanceolata</i>		oh/ind	ne	2,41	1,53
6014	<i>Achnanthes minutissima</i> var. <i>minutissima</i>		oh/ind	ne	16,41	8,73
6860	<i>Amphora libyca</i>		oh/ind	ne		0,66

DV-Nr	Taxon	tolerant	Halobien-einstufung	RL D	uh Wehr Sarstedt, Mai 2024	uh Wehr Sarstedt, Juli 2024
6286	<i>Amphora montana</i>		oh/ind	ne	0,22	
6983	<i>Amphora pediculus</i>		oh/ind	ne	4,16	11,79
6797	<i>Aulacoseira</i>		oh/ind	ne	2,41	0,22
6823	<i>Caloneis</i>		oh/ind	ne		0,22
6043	<i>Caloneis amphisbaena</i>		hp	ne		0,22
6051	<i>Caloneis bacillum</i>		oh/ind	ne	2,63	4,80
6021	<i>Cocconeis placentula</i>		oh/ind	ne		3,71
6177	<i>Cyclostephanos invisitatus</i>			ne		0,22
6002	<i>Cyclotella meneghiniana</i>		hp	ne		1,09
6031	<i>Cymatopleura solea</i>		oh/ind	ne	0,22	
6909	<i>Cymbella minuta</i>		oh/ind	ne		0,44
6040	<i>Cymbella prostrata</i>		oh/ind	ne	0,22	
6898	<i>Cymbella silesiaca</i>		oh/ind	ne	1,09	1,09
6065	<i>Cymbella sinuata</i>	JA	oh/ind	ne	0,22	0,66
6147	<i>Diatoma</i>		oh/ind	ne	0,22	
16206	<i>Diatoma moniliformis ssp. ovalis</i>		hp	ne	0,66	
6210	<i>Diatoma tenuis</i>		hp	ne	0,22	
6347	<i>Diploneis oculata</i>		oh/ind	ne		0,22
16571	<i>Fragilaria capucina distans - Sippen</i>		oh/ind	ne		0,22
6392	<i>Fragilaria capucina var. gracilis</i>		oh/ind	ne	1,97	0,22
6034	<i>Fragilaria construens</i>		oh/ind	ne		0,22
6397	<i>Fragilaria construens f. binodis</i>		oh/ind	ne		0,44
6828	<i>Fragilaria construens f. venter</i>		oh/ind	ne		1,97
6776	<i>Fragilaria parasitica var. subconstricta</i>		oh/ind	ne		0,44
6078	<i>Fragilaria pinnata</i>		oh/ind	ne		0,22
6239	<i>Fragilaria ulna</i>			ne		0,22
16996	<i>Fragilaria vaucheriae</i>	JA	oh/ind	ne	0,88	0,22
6079	<i>Frustulia vulgaris</i>		oh/ind	ne	0,22	
6794	<i>Gomphonema</i>		oh/ind	ne	0,22	0,22
6428	<i>Gomphonema micropus</i>		oh/ind	ne	0,22	
6912	<i>Gomphonema minutum</i>		oh/ind	ne	0,44	
6867	<i>Gomphonema olivaceum</i>		oh/ind	ne	0,88	
6158	<i>Gomphonema parvulum</i>	JA	oh/ind	ne	3,06	2,62
6437	<i>Gomphonema pumilum</i>		oh/ind	ne		0,22
6036	<i>Gyrosigma acuminatum</i>		oh/ind	ne	0,22	
6005	<i>Melosira varians</i>		oh/ind	ne	8,32	6,33
6026	<i>Meridion circulare</i>		oh/ind	ne	1,31	
6990	<i>Navicula</i>		oh/ind	ne	0,44	0,22
16653	<i>Navicula antonii</i>		oh/ind	ne	0,22	0,22
6868	<i>Navicula capitata var. capitata</i>		oh/ind	ne		2,40
6089	<i>Navicula cincta</i>		hp	ne		0,22
6889	<i>Navicula cryptotenella</i>			ne	0,88	0,22
6916	<i>Navicula goeppertiana</i>	JA	oh/ind	ne	0,22	
6015	<i>Navicula gregaria</i>	JA	oh/ind	ne	9,85	4,80
6864	<i>Navicula lanceolata</i>		oh/ind	ne	9,19	3,28
6094	<i>Navicula menisculus</i>		oh/ind	ne		0,22
6095	<i>Navicula minima</i>	JA	oh/ind	ne	3,50	12,88
6101	<i>Navicula pupula var. pupula</i>		oh/ind	ne		0,22
6192	<i>Navicula seminulum var. seminulum</i>	JA	oh/ind	ne	0,88	1,31
6873	<i>Navicula slesvicensis</i>		oh/ind	ne	0,44	
6106	<i>Navicula subhamulata</i>		oh/ind	ne	2,84	1,97
6831	<i>Navicula tripunctata</i>			ne	0,22	
6870	<i>Navicula trivialis</i>	JA	oh/ind	ne		0,44
6890	<i>Navicula veneta</i>	JA	oh/ind	ne	0,44	0,44
26564	<i>Navicula vilaplana</i>		oh/ind	ne		0,22
6972	<i>Nitzschia</i>		oh/ind	ne	0,44	1,09

DV-Nr	Taxon	tolerant	Halobien-einstufung	RL D	uh Wehr Sarstedt, Mai 2024	uh Wehr Sarstedt, Juli 2024
6039	<i>Nitzschia amphibia</i>	JA	oh/ind	ne	0,22	2,62
6242	<i>Nitzschia constricta</i>	JA	mh	ne		0,22
6008	<i>Nitzschia dissipata</i>		oh/ind	ne	3,50	0,66
6025	<i>Nitzschia fonticola</i>			ne		0,66
6196	<i>Nitzschia frustulum</i>	JA	hp	ne	2,41	1,53
6114	<i>Nitzschia hungarica</i>	JA	mh	ne		0,22
16102	<i>Nitzschia levidensis</i> var. <i>salinarum</i>	JA	hp	ne		0,44
6024	<i>Nitzschia linearis</i>		oh/ind	ne	1,53	0,44
6011	<i>Nitzschia palea</i>	JA		ne	2,84	2,18
6029	<i>Nitzschia recta</i>		oh/ind	ne		0,44
6610	<i>Nitzschia sinuata</i> var. <i>delognei</i>		oh/ind	ne		0,44
6961	<i>Nitzschia sociabilis</i>			ne	3,94	1,09
6947	<i>Pennales</i>			ne	0,22	
6844	<i>Pinnularia interrupta</i>			ne		0,22
6224	<i>Rhoicosphenia abbreviata</i>			ne	0,88	4,37
6225	<i>Simonsenia delognei</i>		oh/ind	ne	0,22	
6952	<i>Surirella</i>			ne		0,22
6133	<i>Surirella angusta</i>		oh/ind	ne		0,22
6228	<i>Surirella brebissonii</i> var. <i>kuetzingii</i>			ne	3,28	3,28
6694	<i>Surirella roba</i>		hx	ne		0,22
6091	<i>Tabellaria flocculosa</i>		hx	ne	0,22	

### 3.2.3.4 Bewertung Diatomeen

Entsprechend dem PHYLIB Verfahren der OGEWV (2016) wird die Innerste im frei fließenden Abschnitt unterhalb des Wehrs Sarstedt (Probestelle 3) auf Basis der nachgewiesenen Diatomeenzusammensetzung in die ökologische Potenzialklasse „mäßig“ eingestuft. Alle Bewertungen gelten als gesichert.

**Tabelle 3.35 Bewertungsergebnisse der Diatomeen an Probestelle 3 unterhalb des Wehrs Sarstedt für zwei Durchgänge in den Jahren 2023 und 2024**

SW = Süßwasser; ÖZK=Ökologische Zustandsklasse

Probestelle	Innerste, PS 3, unterhalb Wehr Sarstedt				
LAWA-Typ	Sand- und lehmgeprägte Tieflandflüsse				
Diatomeentyp	D 12.2				
Probenahme		April 2023	Juli 2023	Mai 2024	Juli 2024
Phylib (Version 7.0)	Halobienindex D	2,70	6,67	5,078	4,5
	Trophieindex D	2,92	2,91	2,544	2,752
	Referenzarten $\Sigma$	43,87	40,48	39,91	37,251
	Bewertung (dezimal)	2,84	2,92	2,871	3,29
	ÖZK Diatomeen	3	3	3	3
Alternative Bewertungsverfahren für Diatomeen					
TDI DVWK (1999)	Trophieindex TDI	3,00	3,16	2,93	3,11
	Trophiestatus	II-III	III	II-III	III
	Referenztrophy	eutroph 1	eutroph 1	eutroph 1	eutroph 1
	schemat. Bewertung	gut	mäßig	gut	mäßig
Halobienindex nach Ziemann (1999)	HI Ai	6,86	1,92	2,01	7,87
	Salzstatus Ai	SW	SW	SW	SW
Trophieindex nach Rott et al. (1999)	Trophieindex	2,88	2,87	2,85	2,96
	Trophiestatus	eutr.-polytr.	eutr.-polytr.	eutr.-polytr.	eutr.-polytr.
Trophieindex nach Pfister et al. (2016)	Trophieindex	2,61	2,74	2,56	2,75
	Trophiestatus	eutr.-polytr.	eutr.-polytr.	eutr.-polytr.	eutr.-polytr.
Abwassertolerante Arten	Anteil in %	25,87	29,96	24,51	30,57
Plankter	Anteil in %	2,04	3,59	2,41	1,53

Die Auswertung der alternativen Bewertungsverfahren verdeutlicht, dass die Gütedefizite der Innerste auch im Bereich der Probestelle 3 unterhalb des Wehrs Sarstedt auftreten.

Der Trophiestatus nach DVWK (1999) wird nach der **schematisierten Bearbeiterbewertung** mit „gut“ bis „mäßig“ bewertet.

Die Salinität der Innerste wird auf Basis des **Halobienindex** nach ZIEMANN (1999) als „typisches Süßwasser“ eingestuft.

Die **Trophieindices** nach ROTT et al. (1999) und PFISTER et al. (2016) weisen für die Innerste durchgehend einen eutroph-polytrophen Trophiestatus aus.

Der Anteil **abwassertoleranter Diatomeenformen** ist in allen Proben erhöht und indiziert eine starke stoffliche Belastung mit zehrend wirksamen Substanzen.

Der Anteil **obligatorischer Plankter** ist unauffällig.

Insgesamt stimmen die Bearbeiter auch für diesen Gewässerabschnitt mit der PHYLIB-Bewertung überein und weisen für die Innerste auf Basis der Diatomeen einen „mäßigen“ ökologischen Zustand bzw. ein „mäßiges“ ökologisches Potential aus.

**Bearbeiterbewertung der Diatomeen unterhalb des Wehr Sarstedt: mäßig**



### 3.2.4 Ergebnisse der Elektrofischung

Die Fischfauna wurde in den Jahren 2016, 2019 und 2022 untersucht. Für den Monitoringbericht 2022 wurde die Fischfauna der Innerste am 19.08.2022 mittels Elektrofischung bearbeitet. Wie bei den vorherigen Untersuchungen 2016 und 2019 wurden an je einem Gewässerabschnitt ober- und unterhalb der Einleitstelle jeweils beide Uferseiten befischt. Die untersuchte Gewässerstrecke je Uferseite umfasste jeweils ca. 250 m. Die Befischungsstrecken 1 und 2 lagen unterhalb der Einleitung im Bereich des Friedhofs Ahrbergen. Die Strecken 3 und 4 lagen oberhalb der Einleitung im Bereich der Bahnbrücke Ahrbergen. Die Positionsdaten sowie eine Kurzbeschreibung der lokalen Gewässermorphologie sind in Tabelle 3.36 zusammengestellt.

**Tabelle 3.36 Positionsdaten der Probestellen und morphologische Beschreibung der Befischungsstrecken an der Innerste in den Untersuchungsjahren 2016, 2019 und 2022**

Rechts- und Hochwerte als Gauß-Krüger-Koordinaten; PS = Probestelle

Befischungsstrecke			Strecke [m]	Anfang		Ende	
				Rechtswert	Hochwert	Rechtswert	Hochwert
Strecke 1 (unterhalb Einleitung rechtes Ufer)			250	3559494	5787867	3559687	5787716
Strecke 2 (unterhalb Einleitung linkes Ufer)			250	3559482	5787852	3559678	5787712
Strecke 3 (oberhalb Einleitung rechtes Ufer)			250	3559982	5787203	3560159	5787018
Strecke 4 (oberhalb Einleitung linkes Ufer)			250	3559967	5787197	3560146	5787014
Strecke	Ø Breite m	Ø Tiefe cm	Beschreibung				
Innerste Strecke 1+2 (unterhalb Einleitung)	20	150-200	Fast gerades, ausgebautes Längsprofil, Ufer steil abfallend, Böschungen mit Einzelgehölzen dazwischen Röhricht; Rückstaubereich; 2/3 der Strecke durchgängiger Bewuchs mit <i>Phragmites</i> , Rest bis Ende der Strecke überhängender Knöterich; Substrat aufgrund der Wassertiefe nur an flacheren Stellen erkennbar und dort meist kiesig-steinig, langsam fließend				
Innerste Strecke 3+4 (oberhalb Einleitung)	17	150-200	Leicht geschwungenes, ausgebautes Längsprofil, Ufer steil abfallend, Böschungen mit Einzelgehölzen dazwischen Röhricht; Rückstaubereich; Ufer mit mehreren, stark überhängenden Weidenbäumen und einem großen, toten Baum am oberen Ende der Probestrecke; insgesamt submerse Makrophyten eher spärlich; Substrat aufgrund der Wassertiefe nur an flacheren Stellen erkennbar und dort meist kiesig-sandig, teilweise mit Wasserbausteinen; mäßig schnell fließend				

Die physikalisch-chemischen Kennwerte des Wassers zum Zeitpunkt der Elektrofischung 2022 sind in Tabelle 3.37 zusammengefasst und den Messwerten aus den vorherigen Befischungen gegenübergestellt. Die Leitfähigkeit in der Innerste war mit über 1.000  $\mu\text{S}/\text{cm}$  in beiden Befischungsstrecken relativ hoch. Mit 40  $\mu\text{S}/\text{cm}$  Differenz lag der 2022 gemessene Wert unterhalb der Haldeneinleitung nur knapp über der Leitfähigkeit oberhalb der Einleitung. Die pH-Werte lagen im mäßig alkalischen Bereich. Geringe Unterschiede zeigten sich auch bezüglich des Sauerstoffgehalts der beiden Flussabschnitte. Unterhalb der Einleitstelle lag die Sättigung 2022 bei 72,9 % und oberhalb der Einleitstelle bei 84,2%.

**Tabelle 3.37 Chemisch-physikalische Messwerte an den Befischungstrecken zum Untersuchungszeitpunkt 2016, 2019 und 2022.**

WT = Wassertemperatur, LF = Leitfähigkeit; O<sub>2</sub> = Sauerstoffgehalt; PS = Probestelle

Probestelle	Jahr	WT °C	LF µS/cm	pH-Wert	O <sub>2</sub> [mg/l]	O <sub>2</sub> [%]
Stecke 1 und 2 (uh, Einleitung)	2016	15,3	1.377	7,63	9,54	96,4
	2019	14,6	1.165	8,07	8,73	85,7
	2022	20,9	1.112	8,19	6,47	72,9
Strecke 3 und 4 (oh, Einleitung)	2016	15,3	1.039	7,62	9,49	96,5
	2019	15,5	1.074	8,25	10,05	100,5
	2022	20,8	1.072	8,11	7,5	84,2

Zur ökologischen Bewertung des Untersuchungsgewässers anhand seiner Fischfauna wurden die in dieser Untersuchung erhobenen Daten mit fischfaunistischen Referenzzuständen verglichen. Für diese Untersuchung wurde auf die Referenzzönosen von MOSCH (2008) Bezug genommen, welche die Fischzönosen der niedersächsischen Fischregionen beschreiben. Die referenznahen Ichthyozönosen sind Fischartengemeinschaften, die in Gewässern mit einem weitgehend naturnahen bis natürlichen Zustand zu erwarten wären.

Der Untersuchungsabschnitt der Innerste gehört in der fischregionalen Einordnung zur Barben-Region des Berglandes. Die Referenzzönose dieser Region ist in Tabelle 3.38 zusammengestellt; sie spiegelt die Fischartengemeinschaft wider, die sich ohne anthropogene Beeinflussung des Gewässers einstellen würde. Diese potenziell natürliche Fischfauna ist gleichzeitig das Leitbild, an dem der aktuelle Zustand des Gewässers bewertet werden kann.

Die Referenzfischfauna der Innerste umfasst für den Flussabschnitt, in dem die Probestellen liegen, insgesamt 23 Arten; davon sind neun Arten als Leitarten, vier als typspezifische Arten und acht als Begleitarten geführt. Lachs und Meerforelle sind in der Abundanzklassenzuordnung nicht berücksichtigt.

**Tabelle 3.38 Fischregion und Referenzfischfauna der Innerste bei Ahrbergen**

Angaben zur Referenzfischfauna aus LAVES (2017); LA = Leitart ( $\geq 5\%$ ), TA = Typspezifische Art ( $\geq 1$  bis  $\leq 5\%$ ), BA = Begleitart (0,1 bis  $\leq 1\%$ )  
Im Rahmen der Befischung nachgewiesene Arten sind gelb hinterlegt

Fischregion: Barben-Region des Berglandes		
DV-NR.	Name	Abundanz-Klasse
9020	Aal	TA
9024	Äsche	TA
9013	Bachforelle	TA
9047	Bachneunauge	TA
9017	Barbe	LA
9142	Döbel	LA
9239	Dreistachliger Stichling, Binnenform	BA
9002	Elritze	LA
9019	Flussbarsch	LA
9979	Flussneunauge	BA
9006	Gründling	LA
9009	Hasel	LA
9018	Hecht	BA
9000	Koppe, Groppe	LA
9966	Lachs	
9978	Meerneunauge	
9016	Quappe	BA
9023	Rotaugen, Plötze	LA
9043	Rotfeder	BA
9103	Schmerle	LA
9032	Steinbeißer	BA
9027	Ukelei	BA
9045	Zährte, Rußnase	BA

### 3.2.4.1 Gesamtartenspektrum

Insgesamt wurden bei den Untersuchungen 2022 in allen Befischungsstrecken 167 Fische aus neun Arten gefangen (Tabelle 3.39). Die mit Abstand häufigste Art war der Ukelei, der mit etwa 60 % Anteil am Gesamtfang die eudominante Spezies war (Abbildung 3.18); es folgten Rotaugen und Döbel. Die übrigen Arten wiesen jeweils einen Anteil von unter 5 % auf. Unter den gefangenen Fischarten ist ausschließlich der Hecht auf der Vorwarnliste Niedersachsens zu finden (LAVES 2016).

**Tabelle 3.39: Fischartenspektrum der Innerste bei Ahrbergen 2022 und ihre Gefährdung**

Art		Nachweise		Gefährdung		FFH-Anh.	Pri. Ni
		uh Einl.	oh Einl.	RL-D	RL-Ni		
Brasse	<i>Abramis brama</i>		x	*	*		
Döbel	<i>Squalius cephalus</i>		x	*	*		
Dreist. Stichling	<i>Gasterosteus aculeatus</i>		x	*	*		
Flussbarsch	<i>Perca fluviatilis</i>	x	x	*	*		
Gründling	<i>Gobio gobio</i>		x	*	*		
Hecht	<i>Esox lucius</i>		x	*	V		
Rotaugen	<i>Rutilus rutilus</i>	x	x	*	*		
Rotfeder	<i>Scardinius erythrophthalmus</i>		x	*	*		
Ukelei	<i>Alburnus alburnus</i>	x	x	*	*		

**Erläuterungen Gefährdungskategorien:**

uh/oh=unter-/oberhalb Einleitung, RL-D=bundesweite Rote-Liste nach FREYHOF (2009); RL-Ni= Rote Liste für Niedersachsen nach LAVES (2016); Prioritäten nach NLWKN (2011).

**Gefährdungskategorien RL-D**

0 = ausgestorben oder verschollen

1 = vom Aussterben bedroht

2 = stark gefährdet

3 = gefährdet

G = Gefährdung unbekannten Ausmaßes

FFH-A. = FFH-Anhänge: II, IV, V = im entsprechenden Anhang geführt;

Pri. Ni = Priorität in Niedersachsen für Erhaltungs- und Entwicklungsmaßnahmen; HP = Höchste Priorität; P = Priorität

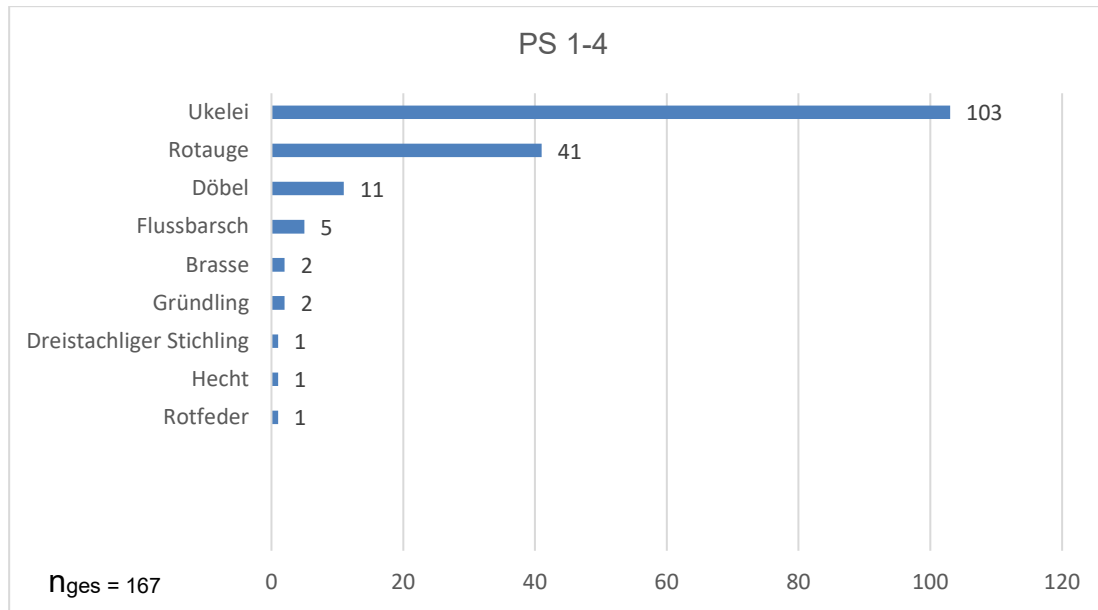
R = extrem selten

V = Vorwarnliste

D = Daten unzureichend

\* = ungefährdet

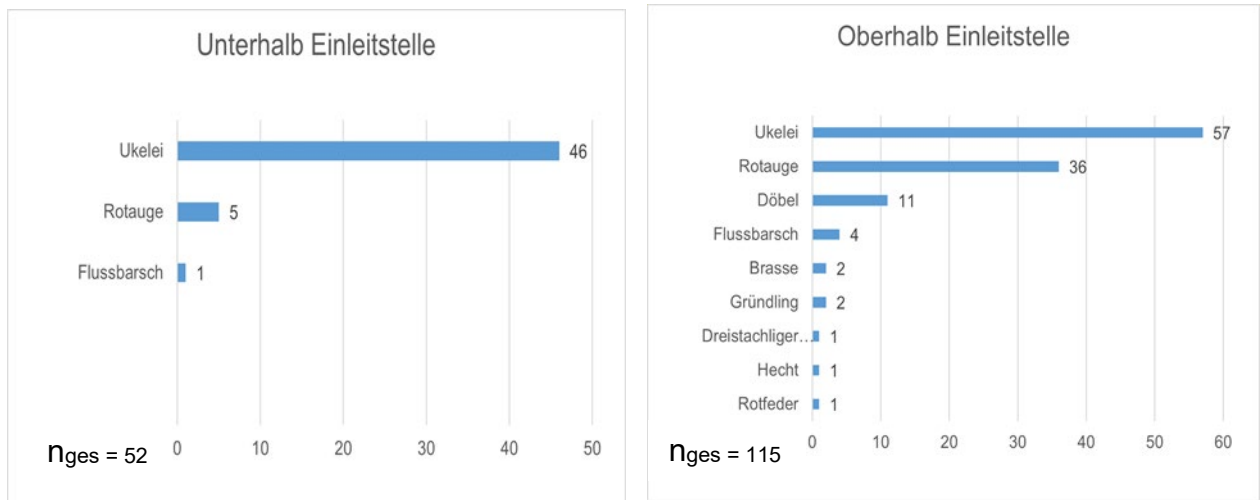
◆ = nicht bewertet



**Abbildung 3.18: Arten und Abundanzen im Gesamtfang der Innerste 2022**

Im Vergleich der Flussabschnitte wurden unterhalb der 2022 noch aktiven Einleitung drei Arten und oberhalb neun Arten nachgewiesen (Abbildung 3.19). Döbel, Hecht, Rotfeder, Gründling, Dreistachliger Stichling und Brasse wurden nur oberhalb der Einleitung gefangen, bis auf den Döbel waren alle Arten nur vereinzelt vertreten. Mit insgesamt 115 gefangenen Individuen war die Nachweisstärke oberhalb der Einleitung mehr als doppelt so hoch wie unterhalb (52 Individuen). Das Artenspektrum der zwei häufigsten Arten war in beiden Abschnitten identisch (Rotaugen, Ukelei); der Ukelei war dabei an beiden Probestellen deutlich dominant, wobei das Rotaugen unterhalb der Einleitungsstelle einen deutlich geringeren Anteil hatte als oberhalb (9,6 % zu 31,3 %).

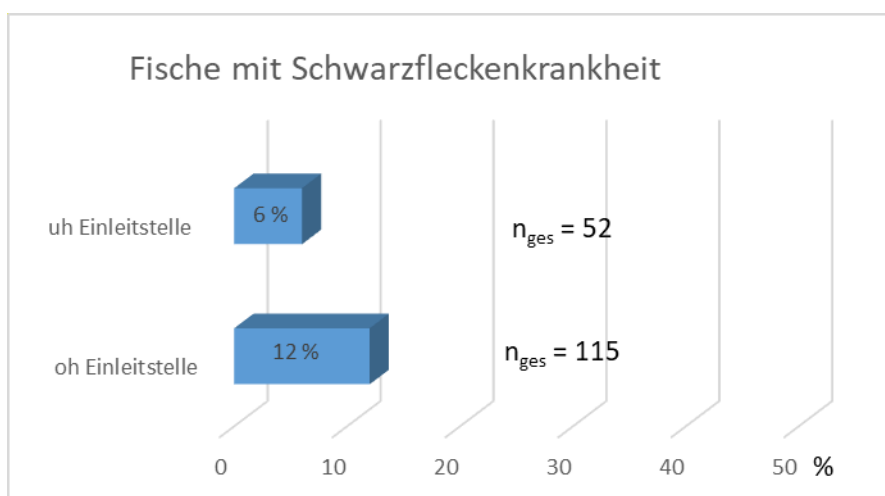
Unterhalb der Einleitungsstelle waren besonders Jungfische > 3 cm des Ukelei sehr häufig und traten in hoher Zahl im Fang auf. Oberhalb der Einleitungsstelle waren Jungfische aller Arten ebenfalls vertreten, hatten jedoch einen deutlich geringeren Fanganteil als unterhalb.



**Abbildung 3.19: Arten, Abundanzen und Dominanzen in der Innerste unter- /oberhalb der Einleitung**

### 3.2.4.2 Verletzungen und Krankheiten

Bis auf eine Bissverletzung wurden bei den gefangenen Fischen keine weiteren Verletzungen festgestellt. Einige Tiere wiesen jedoch die Symptome der Schwarzfleckenkrankheit auf. Dies betraf neben Rotaugen, den Döbel und jeweils eine Rotfeder und Ukelei. Die Erkrankungsrate lag oberhalb doppelt so hoch wie unterhalb der Einleitung (Abbildung 3.20). Die Krankheit wird von verschiedenen Trematodenarten (Saugwürmer) verursacht, deren Metacercarien (Entwicklungsstadium der Larven) sich in der Haut abkapseln und der Fisch bei der körperlichen Abwehrreaktion u. a. auch schwarze Pigmente (Melanin) einlagert. Für den einzelnen Fisch ist ein Befall meist ohne Bedeutung (HOCHWARTNER et al. 2008). Alle Fische waren unabhängig von den Symptomen der Schwarzfleckenkrankheit in einem konditionell guten Zustand.





**Abbildung 3.20: Schwarzfleckenkrankheit**

Diagramm oben: Anteile der Fische mit Symptomen der Schwarzfleckenkrankheit; Fotos unten: Döbel mit Schwarzflecken an der Schwanzflosse und an den Kiemendeckeln

#### 3.2.4.3 Vergleich der Daten von 2016, 2019 und 2022 und ökologische Bewertung

Mit 167 wurden 2022 etwa nur ein Viertel so viele Fische gefangen wie im Jahr 2019 (683 Individuen,). Die häufigste Art war 2022 wieder mit Abstand der Ukelei vor dem Rotaugen, damit hat sich das quantitative Verhältnis dieser beiden dominanten Arten zu 2019 nicht verändert.

Zu den konstant über die drei Monitoringjahre im Artenspektrum in höherer Abundanz vertretenen Arten gehören Ukelei, Rotaugen, Döbel und Flussbarsch. Es folgen Brassen und Gründlinge, wobei die Stetigkeiten der Nachweise erheblich schwankt. So wurden beide Arten in 2016 nicht nachgewiesen, während der Gründling 2019 die dritthäufigste Art war und in diesem Jahr nur mit zwei Individuen nachgewiesen wurde. Die übrigen Arten waren in allen Jahren nur vereinzelt im Fang vertreten und zählen damit zum wechselnden Artanteil der Population.

Neben der im Vergleich zu 2019 um etwa 75 % geringeren Abundanz im Jahr 2022 war auch ein Rückgang des Gesamtartenspektrums von 13 Arten im Jahr 2016, zu 11 Arten in 2019 bis zu 9 Arten in 2022 zu verzeichnen. Elritze, Aal und Schleie, die in 2019 noch vereinzelt vorkamen, fehlten im Jahr 2022, dafür kamen Rotfeder, Hecht und Brasse mit vereinzelter Nachweisen hinzu.

Die oben genannten vier stetig vorkommenden Arten sind mit ihren eurytopen, euryöken und unspezialisierten Ansprüchen typische Vertreter eines anthropogen stark beeinflussten und erheblich veränderten Gewässers. Im Vergleich zu 2019 hatte sich die WRRL-Qualitätseinstufung für das Jahr 2022 der Qualitätskomponente Fische

dennoch von **unbefriedigend** auf **mäßig** verbessert, was aus Sicht der Bearbeiter nur wenig plausibel erscheint.

Wie in den Jahren 2016 und 2019, war auch 2022 die Fangmenge unterhalb der Einleitung weniger als halb so hoch wie oberhalb. Die gemessenen Unterschiede in der Leitfähigkeit sind als gering zu bezeichnen und erklären auch unter Berücksichtigung der Artenzusammensetzung nicht die Unterschiede im Fangergebnis.

Vielmehr scheinen die negativen hydromorphologischen Gegebenheiten, insbesondere der hohe Ausbaugrad sowie die Rückstauwirkung durch das Wehr in Sarstedt Auswirkungen auf das Fangergebnis zu haben.

Der sehr hohe Anteil an Jungfischen im Abschnitt unterhalb der Einleitung (210 Individuen, oberhalb etwa 120 Individuen; nicht im Gesamtfang aufgeführt) im Jahr 2022 akzentuiert das ruhige Fließverhalten in diesem Bereich. Der Nachweis von relativ wenigen Alttieren in diesem Abschnitt ist dagegen vermutlich eine Folge höherer sommerlicher Temperaturen. Es ist zu vermuten, dass die größeren Fische abwandern, um sich in weniger stark erwärmten Flussabschnitten aufzuhalten.

Im Hinblick auf die Entwicklung der schon 2016 und 2019 festgestellten Schwarzfleckenkrankheit war die maximale Rate symptomatischer Fische 2022 in einer ähnlichen Größenordnung wie 2019 (11 zu 12 % oberhalb, von 4 auf 6% unterhalb).



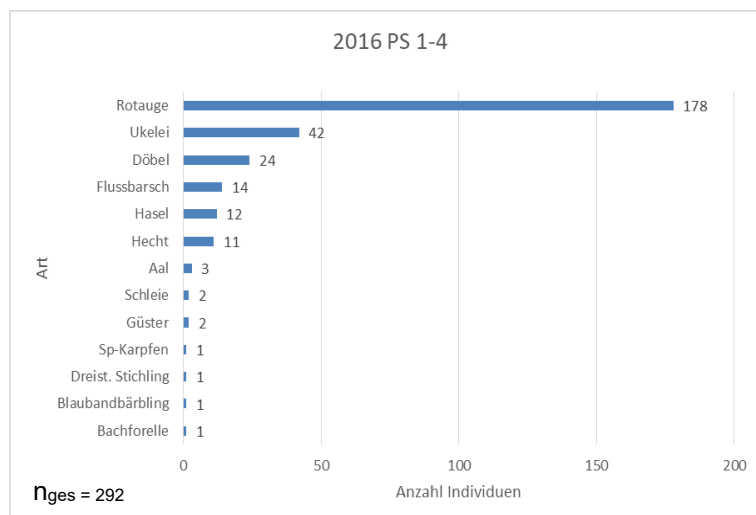
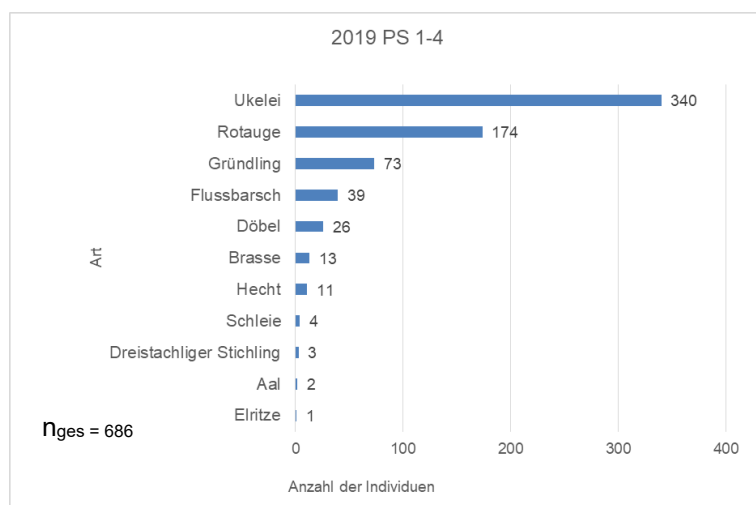
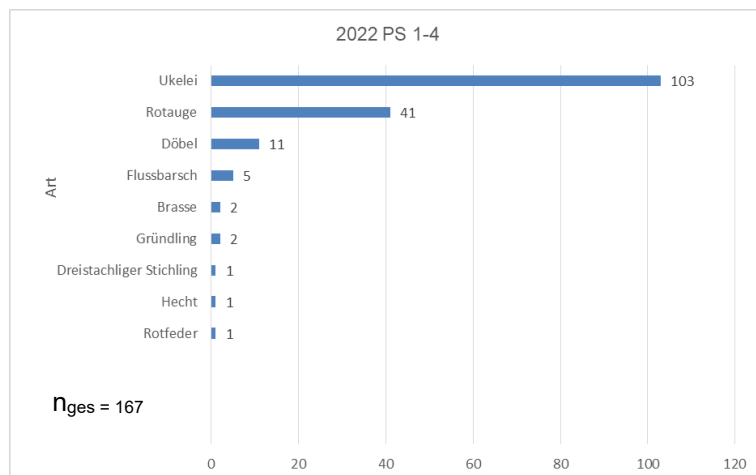


Abbildung 3.21: Fangvergleich von 2016 bis 2022

### 3.3 Ähnlichkeitsanalysen auf der Basis des Makrozoobenthos

Die vorliegenden langjährigen Datenreihen eignen sich hervorragend für weitergehende Analysen. Eine Möglichkeit sind hierbei Ähnlichkeitsanalysen, bei denen die Zusammensetzung der Makrozoobenthosgemeinschaften hinsichtlich ihrer Ähnlichkeit zueinander und in Abhängigkeit unterschiedlicher Faktoren dargestellt wird. Eine übliche Methode ist die MDS-Analyse (non-metric Multi-Dimensional Scaling) mit entsprechender grafischer Darstellung. Die Analysen basieren auf der Bray-Curtis-Ähnlichkeit der Proben untereinander und wurden mittels des Software-Paketes „Primer 6“ durchgeführt. Im Ergebnis wird die Ähnlichkeit von Proben zueinander in einer zweidimensionalen Grafik dargestellt, wobei die Lage der Datenpunkte zueinander auch die Ähnlichkeit der Proben zueinander beschreibt.

Entsprechende Analysen wurden exemplarisch für das Makrozoobenthos der Innerste durchgeführt, da dieses neben stofflichen Belastungen auch besonders sensibel auf übergeordnete Faktoren wie z.B. die hydromorphologische Situation reagiert. Für die Analysen wurden sämtliche zur Verfügung stehenden Daten aus dem Zeitraum 2013 bis 2024 genutzt. In diesem Zusammenhang ist anzumerken, dass lediglich die Daten aus dem Jahr 2024 eine Situation wiedergeben, in der keine Einleitung von salzhaltigen Wässern durch die K+S Minerals and Agriculture GmbH in die Innerste erfolgte. Für den Zeitraum 2013 bis 2023 ist von weitgehend konstanten Verhältnissen bezüglich der Salinität der Innerste unterhalb der Einleitstelle auszugehen. In Abhängigkeit von der jeweiligen Abflussmenge im Untersuchungsjahr gilt diese Aussage zumindest für die meisten statistische Kenngrößen innerhalb der durch die damals gültige wasserrechtliche Genehmigung festgelegten Maximalbelastung.

Die nachfolgende Grafik verdeutlicht, dass die Zusammensetzung des Makrozoobenthos in der Innerste bei einer gegebenen Grundähnlichkeit in Abhängigkeit vom Untersuchungsjahr variiert und sich mitunter deutlich unterscheidet. Dabei sind die Proben eines Untersuchungsjahres in der Regel durch eine höhere Ähnlichkeit zueinander charakterisiert. In der nachfolgenden Grafik ist zudem eine Tendenz zu Veränderungen über den Betrachtungszeitraum zu erkennen. So werden die Proben aus den älteren Untersuchungsjahren in der Grafik links abgebildet, während die jüngeren Proben tendenziell in einem Kontinuum zur rechten Grafikhälfte abgebildet werden.

Alle Proben wurden nach den gleichen methodischen Vorgaben entnommen und im gleichen Büro bearbeitet wurden, entsprechend sind bearbeitungsbedingte Unterschiede über den Zeitverlauf weitgehend auszuschließen. Weiterhin ist für den Zeitraum 2013 bis 2023 eine weitgehend konstante Salzbelastung unterhalb der in diesem Zeitraum aktiven Einleitstelle der K+S Minerals and Agriculture GmbH zu unterstellen, so dass die dargestellten Veränderungen/Unterschiede in der Zusammensetzung der Proben unterhalb der Einleitstelle nicht monokausal in der Salzbelastung begründet sein dürften.

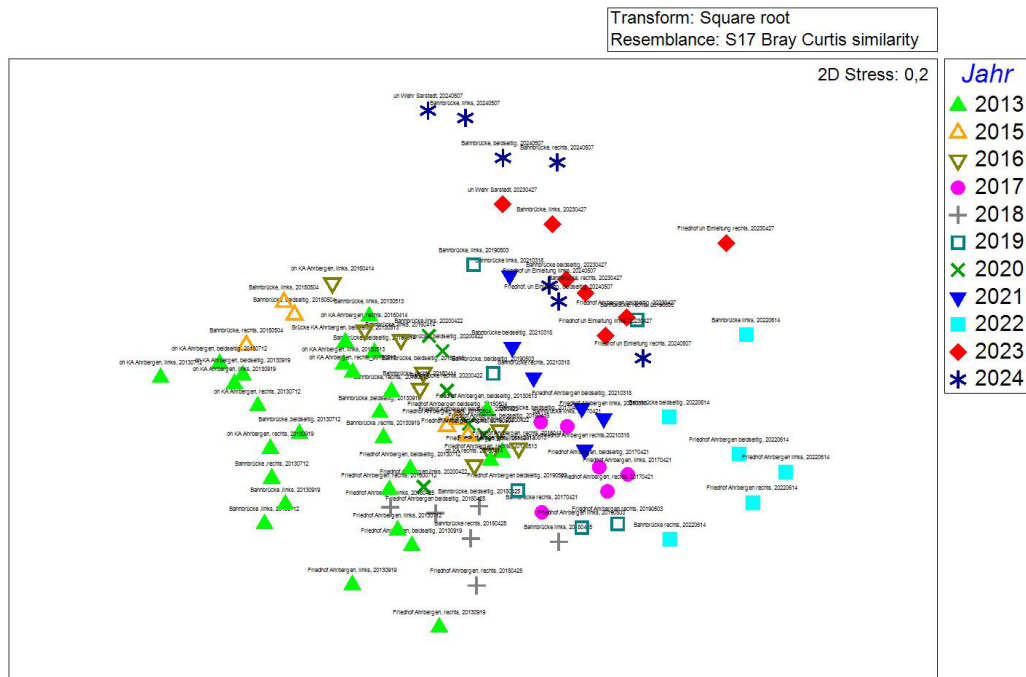


Abbildung 3.22 MDS-Plot zur Ähnlichkeit von Makrozoobenthosgemeinschaften aus der Innerste zwischen der Kläranlage Ahrbergen und Sarstedt aus den Jahren 2013 bis 2024 in Abhängigkeit vom Untersuchungsjahr

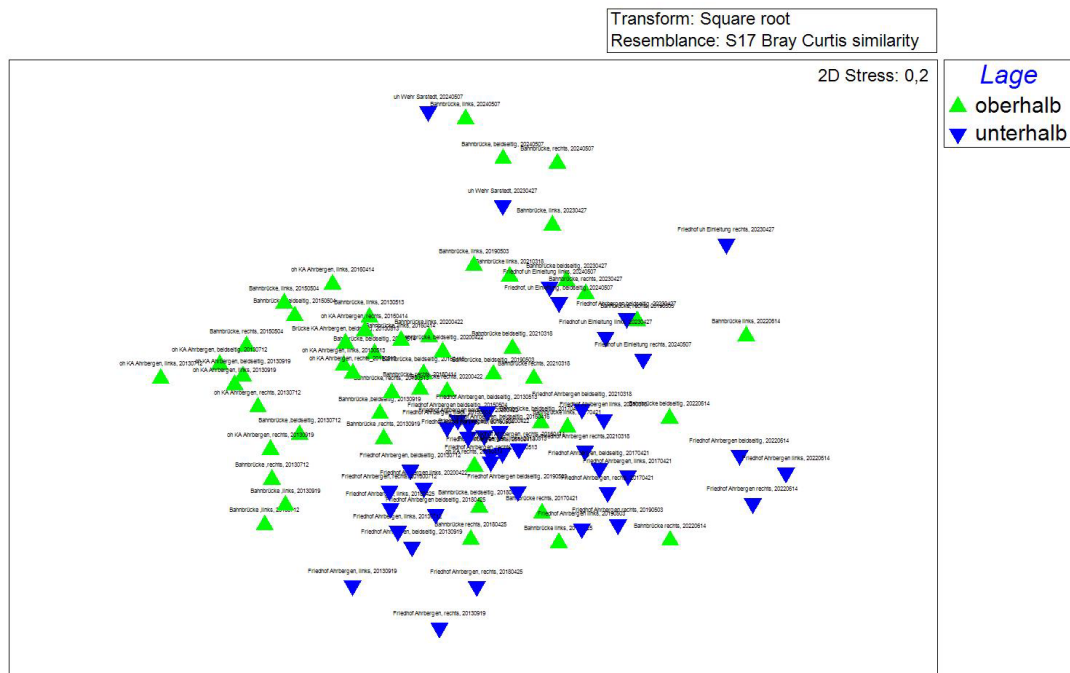
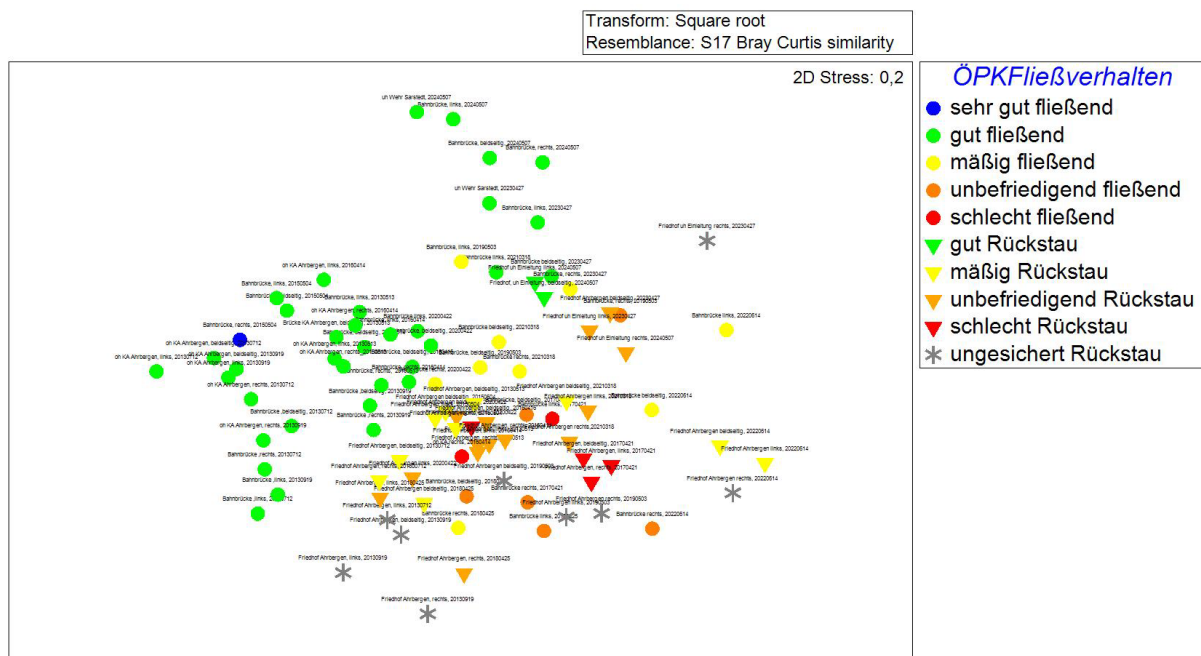


Abbildung 3.23 MDS-Plot zur Ähnlichkeit von Makrozoobenthosgemeinschaften aus der Innerste zwischen der Kläranlage Ahrbergen und Sarstedt aus den Jahren 2013 bis 2024 in Abhängigkeit von der Lage zur (ehemaligen) Einleitstelle der K+S Minerals and Agriculture GmbH

Betrachtet man die Ähnlichkeit der MZB-Proben in Anhängigkeit zur Lage der (ehemaligen) Einleitstelle der K+S Minerals and Agriculture GmbH, so gruppieren sich die Proben relativ deutlich. Die Proben oberhalb der Einleitung werden überwiegend auf der linken Grafikseite angeordnet, während die unterhalb der Einleitung entnommenen Proben überwiegend auf der unteren rechten Hälfte der Grafik dargestellt werden. Die zwei unterhalb des Wehres in Sarstedt in den Jahren 2023 und 2024 entnommenen Proben werden mittig nahe dem oberen Rande der Grafik dargestellt und zeigen somit nur eine geringe Ähnlichkeit mit den Proben der Probestelle 2 „Friedhof Ahrbergen“. Wesentlicher Unterschied zwischen diesen beiden Probestellen ist das Fließverhalten, während die stoffliche Belastung weitgehend vergleichbar sein dürfte. In der nachfolgenden Grafik wird die Ähnlichkeit der Proben zueinander in Abhängigkeit von der ermittelten ökologischen Potentialklasse und dem Fließverhalten dargestellt.

Es fällt auf, dass die überwiegende Anzahl der guten und sehr guten Bewertungen für Proben errechnet wurde, die aus den fließenden Abschnitten (runde Symbole) entnommen wurden. Proben, die an der durch den Rückstau des Wehres Sarstedt geprägten Probestelle 2 „Friedhof Ahrbergen“ entnommen wurden, erreichen danach in der Regel nicht das gut ökologische Potential und werden bis auf links- und beidseitige Probe aus dem Mai 2024 mit mäßig bis schlecht bewertet oder können nicht gesichert bewertet werden.



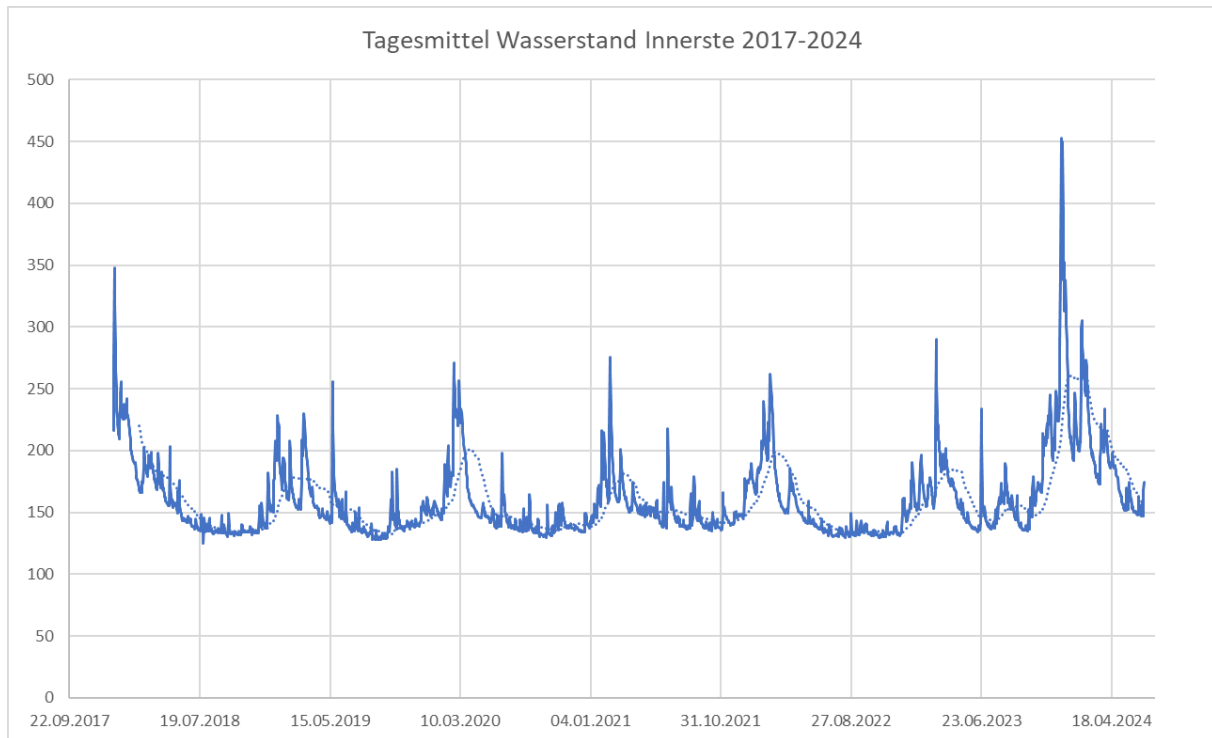
**Abbildung 3.24 MDS-Plot zur Ähnlichkeit von Makrozoobenthosgemeinschaften aus der Innerste zwischen der Kläranlage Ahrbergen und Sarstedt aus den Jahren 2013 bis 2024 in Abhängigkeit zur ökologischen Potentialklasse und dem Fließverhalten**

Aus den Auswertungen ist abzuleiten, dass das gute ökologische Potenzial auf der Basis des Makrozoobenthos in der Innerste in rückstaugeprägten Bereichen nur in Ausnahmefällen erreicht wird und die veränderte Hydromorphologie offensichtlich maßgeblich auf die Zusammensetzung des Makrozoobenthos wirkt. Aus Sicht der Bearbeiter ist die Probestelle 2 „Friedhof Ahrbergen“ daher zumindest für das Makrozoobenthos als Referenzmessstelle nur wenig geeignet, um die salzbezogenen Auswirkungen der Einleitung der K+S Minerals and Agriculture GmbH auf die Ausprägung des ökologischen Zustand der Innerste zu bewerten. Diese Aussage gilt sowohl für die bis 2023 stattgefundene Einleitung salzhaltiger Wässer in die Innerste wie auch für die beantragte Einleitung und wird insbesondere durch die Gegenüberstellung der Monitoringergebnisse der Untersuchungsjahre 2023 und 2024 gestützt.

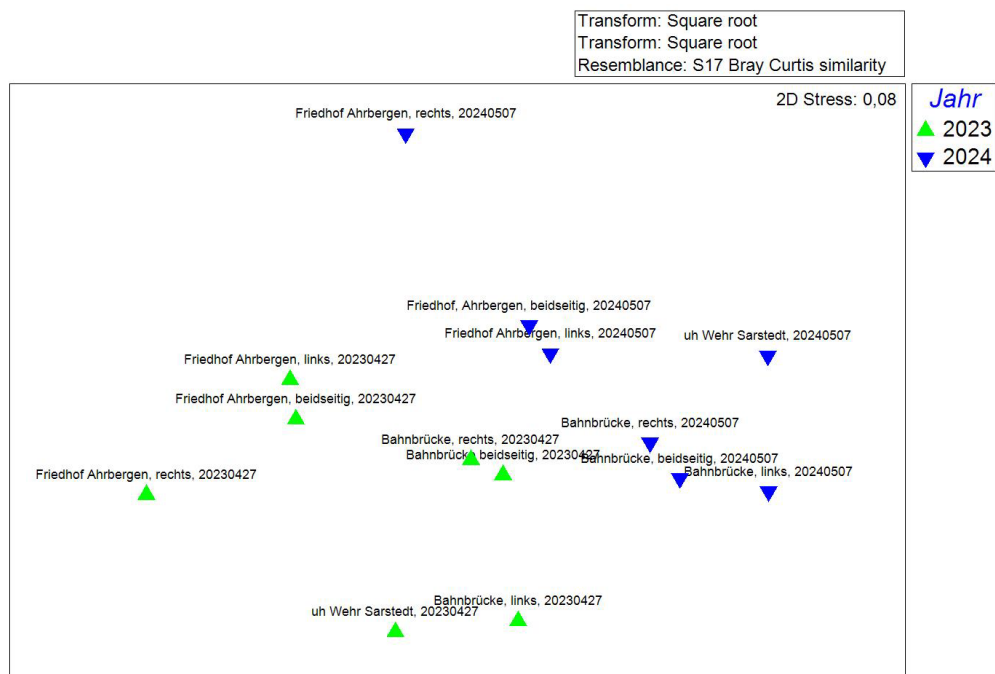
Im Jahr 2023 war die Einleitung der K+S Minerals and Agriculture GmbH noch aktiv und führte zu einer Aufsalzung, die sich unter anderem in der Erhöhung der elektrischen Leitfähigkeit sowie des Chloridgehaltes der Innerste niederschlug. Dabei wurde der derzeit gültige Orientierungswert für Chlorid in Höhe von 200 mg/l als Mittelwert an der Landesmessstelle 48862863 „Sarstedt“ eingehalten. In den Jahren 2020 bis 2022 schwankte der Jahresmittelwert entsprechend der Daten des NLWKN (<http://www.wasserdaten.niedersachsen.de/>) zwischen 136 und 162 mg/l.

Mit dem Auslaufen der wasserrechtlichen Genehmigung zum 31.12.2023 findet derzeit keine Einleitung von salzhaltigen Wässern in die Innerste durch die K+S Minerals and Agriculture GmbH statt. Die Leitfähigkeit unterhalb der (damaligen) Einleitestelle ging im Vergleich zu den Vorjahren um etwa 10% zurück.

Die nachfolgende Abbildung verdeutlicht, dass sich die Zusammensetzung des Makrozoobenthos der Untersuchungsjahre 2023 und 2024 signifikant unterscheiden. Die Proben aus dem Jahr 2023 werden in dem MDS-Plot tendenziell in der linken unteren Hälfte dargestellt, während die Proben aus dem Jahr 2024 tendenziell in der rechten oberen Hälfte des Plots abgebildet werden. Dies gilt auch für die Proben von der Probestelle 1 „Bahnbrücke Ahrbergen“, die von der Einleitung salzhaltiger Wasser unbeeinflusst war. Dies ist als deutlicher Hinweis darauf zu verstehen, dass die dargestellten Unterschiede in der Zusammensetzung des Makrozoobenthos nicht auf die Einstellung der Einleitung zurückzuführen sind. Wie bereits an anderer Stelle ausgeführt, waren der Winter und das Frühjahr 2024 durch höhere Abflussraten und verschiedene Hochwässer geprägt (vergl. Abbildung 3.25). Dies führte offensichtlich zu einer Reduktion der Feinsedimentauflagen auf den mineralischen Hartsubstraten und damit zu einer Verbesserung der Besiedlungsfähigkeit des Substrates. Aus Sicht der Bearbeiter sind diese Faktoren zumindest als eine Ursache für die festgestellten Besiedlungsunterschiede zwischen den Untersuchungsjahren anzunehmen.



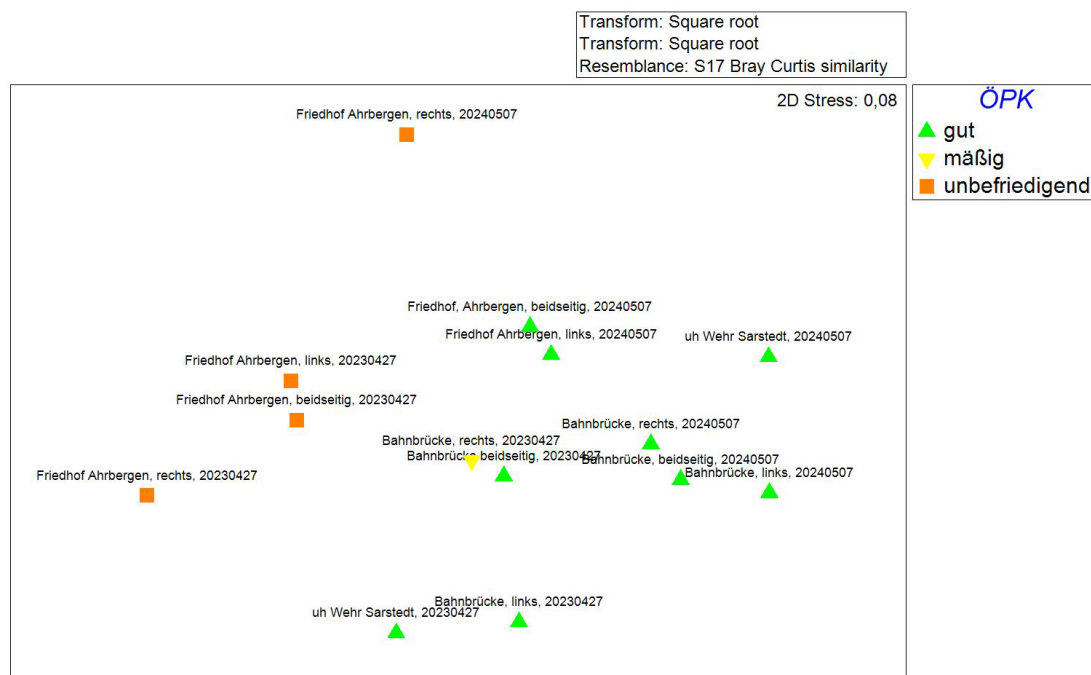
**Abbildung 3.25** Wasserstand der Innerste als Tageswert in cm am Pegel Groß Giesen (Daten NLWKN) für die Jahre 2017 bis 2024



**Abbildung 3.26** MDS-Plot zur Ähnlichkeit von Makrozoobenthosgemeinschaften aus der Innerste zwischen der Kläranlage Ahrbergen und Sarstedt aus den Jahren 2023 bis 2024 in Abhängigkeit zum Untersuchungsjahr

Unabhängig von den Veränderungen innerhalb des Makrozoobenthos verdeutlicht die nachfolgende Abbildung, dass das Erreichen des guten ökologischen Potentials auf der Basis des Makrozoobenthos in der Innerste offensichtlich auch nicht durch die Einleitung salzhaltiger Wässer im Jahr 2023 verhindert wurde, da das gute ökologische Potential auch im Jahr 2023 an der Probestelle 3 „unterhalb des Wehrs Sarstedt“ erreicht wurde. Entsprechend war aus Sicht der Bearbeiter der Chloridgehalt auch im Jahr 2023 nicht potentialbestimmend für das Makrozoobenthos in diesem Gewässerabschnitt. Die beantragte Einleitung würde demnach den Anforderungen der Oberflächengewässerverordnung ebenfalls nicht grundsätzlich entgegenstehen.

Die in der Abbildung dargestellten verbesserten Bewertungsergebnisse 2024 an der Probestelle 2 „Friedhof Ahrbergen“ sind letztlich nur einseitig ausgeprägt, da die Probe von der rechten Uferseite aus dem Mai 2024 ebenso wie im April 2023 nur mit unbefriedigend bewertet wurde. Auch aus der Lage der Datenpunkte im Plot wird deutlich, dass die hydromorphologische Situation an dieser Probestelle (Rückstaubeereich des Wehrs Sarstedt) maßgeblich auf die Zusammensetzung des Makrozoobenthos wirkt.



**Abbildung 3.27 MDS-Plot zur Ähnlichkeit von Makrozoobenthosgemeinschaften aus der Innerste zwischen der Kläranlage Ahrbergen und Sarstedt aus den Jahren 2023 bis 2024 in Abhängigkeit zur ökologischen Potentialklasse**



## 4 Zusammenfassende Betrachtung der Ergebnisse

Die Auswertung der **Leitfähigkeitsmessung** mittels ober- und unterhalb der Einleitung angebrachten Multiparametersonden ergibt, dass die elektrische Leitfähigkeit in der Innerste bereits oberhalb der Einleitung erhöht ist und den gewässertypischen Bereich überschreitet. Im Monitoringzeitraum 2015 bis 2023 war unterhalb der damaligen Einleitung der K+S Minerals and Agriculture GmbH eine weitere Erhöhung festzustellen. Diese lag in der Regel im Bereich von 10 bis 15%. Werte über 1,5 mS/cm wurden nur selten überschritten. Nach Einstellung der Einleitungen glichen sich die Leitfähigkeitsmesswerte mit Beginn des Jahres 2024 oberhalb und unterhalb der damaligen Einleitstelle an, liegen jedoch noch immer über dem gewässertypischen Bereich und verdeutlichen damit eine anthropogene Überformung und stoffliche Vorbelastung der Innerste.

Die Analyse der **Makrozoobenthos**proben indizierte im Zeitraum zwischen 2015 und 2023 unter den Bedingungen der damaligen Einleitung der K+S Minerals and Agriculture GmbH in die Innerste überwiegend einen defizitären Zustand, der eine strukturelle Degradation der Gewässerabschnitte sowie eine erhöhte Nährstoffracht verdeutlichte. In der Regel war die oberhalb der Einleitung festgestellte Zönose hinsichtlich der Artenzusammensetzung etwas diverser ausgebildet. Im Zeitraum 2015 bis 2023 variierten die Bewertungsergebnisse oberhalb der damaligen Einleitung zwischen einem guten und einem unbefriedigenden Potenzial, während der unterhalb gelegenen Probestelle durch das Bewertungsprogramm lediglich ein mäßiges bis schlechtes ökologisches Potenzial zugeschrieben wurde. Zwischen 2015 und 2020 ergab sich im direkten oberhalb/unterhalb-Vergleich i.d.R. eine Verschlechterung um eine, in Ausnahmejahren auch um mehrere Potenzialklasse(n). Für 2021 und 2022 wurden beide Probestellen in die Potenzialklasse mäßig eingestuft. Im Monitoringjahr 2023 indizierten die Proben eine Potentialverschlechterung um zwei Klassen von gut auf unbefriedigend. Aus Sicht der Bearbeiter ist die tendenziell indizierte Zustandsverschlechterung im Fließgewässerlauf insbesondere auf die unterschiedliche hydromorphologische Situation an den betrachteten Probestellen zurückzuführen. Während die Innerste im Bereich der Probestelle 1 (oberhalb der Einleitung) noch relativ schnell fließt, ist die Probestelle 2 (unterhalb der Einleitung) bereits deutlich vom Rückstau des Wehres bei Sarstedt beeinflusst. Der Zusammenhang zwischen der Verschlechterung der Bewertungsergebnisse und Hydromorphologie wurde beim Makrozoobenthos insbesondere an der Zunahme des Anteils an Litoral-Arten in dem vom Rückstau geprägten Bereich augenscheinlich.

Die Unterschiede in den Bewertungen der nicht von der Einleitung betroffenen Probestelle 1 „Bahnbrücke Ahrbergen“, sind aus Sicht der Bearbeiter hingegen primär auf die variierenden hydrologischen Bedingungen der einzelnen Abflussjahre zurückzuführen und verdeutlichen die gegebene Schwankungsbreite innerhalb biologischer Verfahren.

Im Hinblick auf die „Salztoleranz“ der nachgewiesenen Makrozoobenthostaxa zeigte sich unter den Bedingungen der damaligen Einleitung der K+S Minerals and Agriculture GmbH in die Innerste in allen Proben eine deutliche Dominanz an „Süßwasserarten“. Die Anteile salzpräferierender bzw. als mesohalob eingestufte Taxa lagen i.d.R. unter 2%. Im langjährigen oberhalb/unterhalb-Vergleich zeigte sich tendenziell eine geringfügige Zunahme salzpräferierender Taxa unterhalb der Einleitung. Zwischen den Uferseiten waren die Unterschiede im Monitoringzeitraum i.d.R. nur gering bzw. unspezifisch ausgeprägt.

Seit dem Jahr 2023 wurde eine zusätzliche Probestelle unterhalb des Wehres Sarstedt in das Monitoring integriert, um eine bessere Vergleichbarkeit der hydro-morphologischen Bedingungen an den Probestellen im oberhalb/unterhalb-Vergleich zu erhalten. Die Innerste wurde 2023 in diesem Abschnitt analog zur oberhalb der damaligen Einleitung gelegenen Probestelle 1 in die gleiche ökologische Potenzialklasse „gut“ eingestuft. Eine Potentialverschlechterung als Folge der damaligen Einleitung war nicht gegeben. Hierbei ist jedoch anzumerken, dass der oberhalb des Wehres Sarstedt einmündende Bruchgraben ggf. zu Verdünnungseffekten führte, die zwangsläufig miterfasst wurden. Allerdings ist aus den Vor-Ort-Messungen der elektrischen Leitfähigkeit abzuleiten, dass der Verdünnungseffekt zumindest zum Zeitpunkt der Probenahmen 2023 und 2024 geringfügig bzw. nicht dauerhaft messbar war.

Zusammengefasst ist aus der Gesamtheit der Untersuchungen des Makrozoobenthos unter den Bedingungen der Einleitung salzhaltiger Wässer in die Innerste im Zeitraum bis 2023 abzuleiten, dass der Salzgehalt nicht potentialbestimmend auf diese Qualitätskomponente wirkte und das Erreichen des guten ökologischen Potentials auf OWK-Ebene prinzipiell möglich war.

Seit Beginn des Jahres 2024 werden keine salzhaltigen Wässer mehr in die Innerste eingeleitet. Im Mai 2024 indizierte das Makrozoobenthos im Bereich der Probestellen 1 „Bahnbrücke Ahrbergen“ und 3 „unterhalb des Wehres Sarstedt“ übereinstimmend ein gutes ökologisches Potential. An der durch den Rückstau geprägten Probestelle 2 „Friedhof Ahrbergen“ wurde linksseitig ein gutes und rechtsseitig ein unbefriedigendes Potential indiziert. Die gute linksseitige Bewertung wurde aus Sicht der Bearbeiter durch die erhöhten Abflüsse im Winter und Frühjahr 2024 begünstigt, in deren Folge sich die Besiedlungsmöglichkeiten für das Makrozoobenthos insbesondere auf mineralischen Hartsubstraten verbessert hatten. Dagegen verdeutlicht die unbefriedigende Bewertung der rechtsseitigen Probe wiederum die negativen Effekte des Rückstaus. Die rechte Uferseite ist dabei durch deutlich geringere Anteile mineralischer Hartsubstrate gekennzeichnet.

Die Auswertung der **Diatomeengesellschaften** der Innerste indizierte eine wirksame stoffliche Belastung über den gesamten Betrachtungszeitraum. Es dominierten bei allen entnommenen Proben ubiquitär verbreitete bzw. eutraphente sowie tolerante Arten. Auf Grundlage der verwendeten Halobienindizes ließen sich keine signifikan-

ten Hinweise auf biozönotisch deutliche Effekte der Einleitung salzhaltigen Haldenwassers für den Zeitraum 2015 bis 2023 ableiten. Die bis 2023 aktive Einleitung salzhaltiger Wässer der K+S Minerals and Agriculture GmbH in die Innerste wirkte damit auch auf die Diatomeen nicht primär potentialbestimmend. Die Bewertung nach den Vorgaben der OGEV (2016) sowie die Einschätzung durch die Bearbeiter resultierte durchgängig in der Einstufung „mäßig“. Auch im aktuellen Monitoringjahr 2024 wurden auf Basis der Bewertungen keine wesentlichen Unterschiede im oberhalb/unterhalb-Vergleich bzw. im Vergleich der Uferseiten deutlich.

Bei der Untersuchung des **Phytobenthos (ohne Diatomeen)** waren 2016 und 2022 keine Unterschiede im oberhalb/unterhalb-Vergleich erkennbar. Beide Probestellen wurden durch PHYLIB mit gut bewertet. Die nachgewiesenen Taxa wiesen hinsichtlich ihrer Salztoleranz eine breite ökologische Valenz auf und gaben keinen Hinweis auf eine biozönotisch wirksame Salzbelastung zum Zeitpunkt der Untersuchungen.

Aquatische **Makrophyten** sind in der Innerste im Bereich der Probestellen auch aktuell nur spärlich verbreitet. Im oberhalb/unterhalb-Vergleich wurde nur bei der Untersuchung 2016 eine Zustandsverschlechterung indiziert. Bei den Untersuchungen 2019 und 2022 trat hingegen kein Klassensprung auf. Sämtliche Unterschiede in den Bewertungen waren primär auf die Präsenz/Absenz sowie auf die jeweiligen Deckungsgrade eines Gütezeigers (*Fontinalis antipyretica*) zurückzuführen. Die betreffende Art wurde bei den Untersuchungen sowohl ober- als auch unterhalb der damaligen Einleitung nachgewiesen, so dass kein Einfluss der Einleitung salzhaltiger Haldenabwässer zum Zeitpunkt der Untersuchungen erkennbar wurde.

Die **Befischungsergebnisse** der Jahre 2016, 2019 und 2022 zeigten allenfalls geringe Unterschiede im Artenspektrum ober- und unterhalb der damaligen Einleitung. Die nachgewiesenen, stetig vorkommenden Arten sind mit ihren unspezialisierten Ansprüchen typische Vertreter eines anthropogen stark beeinflussten und erheblich veränderten Gewässers. Auffallend war bei den Untersuchungen jedoch eine erkennbar geringere Abundanz in der Gewässerstrecke unterhalb der damaligen Einleitung. Die beiden hier befischten Flussabschnitte ober- und unterhalb der Einleitung unterscheiden sich hinsichtlich ihres Fließverhaltens, während die gemessenen Unterschiede in der Leitfähigkeit im oberhalb/unterhalb Vergleich zu gering sind, um als alleinige Ursache für die festgestellte Abnahme der Besiedlungsdichte identifiziert zu werden. Vielmehr scheinen die negativen hydromorphologischen Gegebenheiten, insbesondere der hohe Ausbaugrad sowie die Rückstauwirkung durch das Wehr in Sarstedt Auswirkungen auf das Fangergebnis zu haben. Generell ist festzuhalten, dass die Artengruppe Fische weniger sensibel auf eine erhöhte Salinität reagiert, als die anderen untersuchten Lebensgemeinschaften.

In einer abschließenden **Gesamtbetrachtung** ist auf Basis aller vorliegenden Daten kein monokausal begründeter Zusammenhang zwischen der bis 2023 erfolgten Einleitung der K+S Minerals and Agriculture GmbH und der Ausprägung der hier untersuchten gewässerbiologischen Qualitätskomponenten abzuleiten. Vielmehr ist die

fortbestehende unterschiedliche hydromorphologische Ausprägung der bearbeiteten Gewässerstrecken von besonderer biozönotischer Relevanz. Zusätzlich wirken weitere anthropogene Beeinflussungen wie z.B. stoffliche Einträge aus Punktquellen sowie zusätzliche diffuse Einträge aus dem Gewässerumfeld auch aktuell prägend auf die aquatischen Lebensgemeinschaften.

Aus den Untersuchungsergebnissen geht deutlich hervor, dass die Einleitung salzhaltiger Halden- und Schachtwässer, nicht verunreinigter Kühlwässer sowie salzhaltigen Niederschlagswassers durch die K+S Minerals and Agriculture GmbH bis 2023 zu einer messbaren Erhöhung der elektrischen Leitfähigkeit als Vektor der Salzgehalte in der Innerste führte. Diese Veränderung wirkte jedoch nicht monokausal auf die Zusammensetzung der aquatischen Lebensgemeinschaften der Innerste und war nicht potentialbestimmend für den OWK. Eine Verschlechterung des ökologischen Potentials der Innerste auf OWK-Ebene als direkte Folge der Einleitung salzhaltiger Wässer ist aus den Daten der Jahre 2015 bis 2023 nicht abzuleiten.

Aus den Untersuchungsergebnissen für das Jahr 2024 wird erkennbar, dass die Vorgaben der OGewV (2016) auch nach Beendigung der Einleitung salzhaltiger Wässer in die Innerste derzeit nicht erreicht werden. Das ökologische Potential ist danach bestenfalls mit „mäßig“ zu bewerten. Dabei verdeutlichen insbesondere die floristischen Qualitätskomponenten hydromorphologische und stoffliche Defizite und bestimmen das Bewertungsergebnis.

## 5 Prognose der biozönotischen Entwicklung der Innerste

Für die beantragte Einleiterlaubnis von salzhaltigen Wässern ist eine Entwicklungsprognose für die aquatischen Lebensgemeinschaften zu erarbeiten. Dabei ist der derzeitige Zustand ohne Einleitung der K+S Minerals and Agriculture GmbH als Referenz anzunehmen. Der ausschließliche Vergleich zwischen der aktuellen beantragten Einleitung und den Bedingungen und Verhältnissen, die aus der bis zum Jahr 2023 stattgefundenen Einleitung salzhaltiger Wässer, ist aus fachlicher Sicht dabei nicht hinreichend.

### 5.1 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 naturnäherer Lebensgemeinschaften begünstigt. Diese Aussage gilt auch für multikausal beeinträchtigte Fließgewässer wie die Innerste.

Die Erstellung einer Entwicklungsprognose ist zwingend an das Vorhandensein präziser Angaben zur Intensität wirksamer Belastungen gekoppelt. Für die Innerste fehlen solche Angaben insbesondere für die Problemfelder der Eutrophierung, der stofflichen Belastung sowie der hydromorphologischen Degradation. Belastbare Angaben liegen derzeit lediglich für die zukünftige Entwicklung der Salzbelastung vor. Aufbauend auf der Bilanzierung des Haldenwasseranfalls wurde ein Flussgebietsmodell durch die Sydro Consult GmbH (2023) erarbeitet, dass auf einer langjährigen hydrologischen Datenreihe (1981 bis 2017) basiert und den in der Innerste zu erwartenden Salzgradienten punktgenau abbildet.

Die aus dem SYDRO-Modell abgeleiteten Angaben zu den zukünftig zu erwartenden Konzentrationen für Chlorid, Kalium sowie Magnesium wurden im Rahmen der biozönotischen Entwicklungsprognose durch ECORING zusätzlich plausibilisiert. Hierzu wurden auf Basis der zwischen 2019 und 2022 kontinuierlich erfassten Leitfähigkeitswerten (vgl. Kap 3.1) mittels einer Regressionsgleichung Chlorid-, Kalium- sowie die Magnesiumkonzentrationen berechnet. Die entsprechenden Regressionskoeffizienten wurden zuvor aus den Messwerten (LF, Cl, Mg, K) der NLWKN Messstelle Sarstedt abgeleitet.

Insgesamt waren die festgestellten Korrelationen signifikant ( $R^2 > 0,8$ ), so dass auch die aus den Leitfähigkeitswerten des Gewässermonitorings unter Anwendung der Regressionsgleichungen errechneten Ionenkonzentrationen plausibel sind. Bezogen auf die Mittelwerte lagen die berechneten Konzentrationen für Kalium und Magnesium in einer ähnlichen Größenordnung wie sie auch über das Flussgebietsmodell errechnet wurden. In Bezug auf Chlorid errechnet das Flussgebietsmodell hingegen eine um etwa 10% geringere mittlere Konzentration.

Die über die Regressionsgleichung errechneten 90. Perzentil Konzentrationen für Kalium und Magnesium liegen hingegen um etwa 10% oberhalb der Annahme der SYDRO Modellierung. Hierbei ist jedoch zu berücksichtigen, dass das Flussgebietsmodell eine deutlich längere hydrologischen Datenreihe nutzt, während die für die Regressionsgleichung genutzten Leitfähigkeits- und Konzentrationswerte erst ab 2019 zur Verfügung stehen und somit überwiegend eher abflussschwache Jahre berücksichtigen. Zudem basieren die SYDRO Berechnungen auf einer optimierten Einleitsteuerung. Insgesamt scheinen die durch die K+S Minerals and Agriculture GmbH zur Verfügung gestellten und für das SYDRO-Modell genutzten Mischrechnungen aus Bearbeitersicht grundsätzlich plausibel. Dementsprechend werden die aus dem Modell der SYDRO Consult GmbH abgeleiteten potenziell zu erwartenden Konzentrationen für Chlorid, Kalium sowie Magnesium nachfolgend genutzt, um die biozönotischen Auswirkungen der beantragten Einleitung salzhaltiger Wässer in die Innerste zu prognostizieren.

Die Ableitung von Prognosen zur Entwicklung der aquatischen Lebensgemeinschaften 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 und Bode abzuleiten (EcoRing 2005-2024). 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. 3.200 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. Diese Daten flossen in die Erarbeitung eines Themenheftes zu den Möglichkeiten und Grenzen der Anwendung von ACP-Werten in Fließgewässern am Beispiel salinarer Ionen ein (DWA 2024) und werden nachfolgend zur Prognoseentwicklung für die besonders sensible Qualitätskomponente Makrozoobenthos herangezogen.

Zusätzlich wurde aus allen verfügbaren Proben des laufenden Gewässermonitorings 2017- 2024 unter Berücksichtigung der Stetigkeit und Abundanz des Vorkommens eine Standardartenliste für das Makrozoobenthos der Innerste generiert und mit der aktuell gültigen Version des offiziellen Bewertungsverfahrens „PERLODES“ bewertet. In einem weiteren Schritt wurde diese Artenliste unter Berücksichtigung der artspezifischen Salztoleranz angepasst. Dabei wurden in Abhängigkeit von den Aussagen des Flussgebietsmodells all jene Arten aus der Artenliste entfernt, die aufgrund ihrer theoretisch abgeleiteten spezifischen Salztoleranz unter den beantragten, zukünftig zu erwartenden Konzentrationswerten eventuell in ihrem Vorkommen beeinträchtigt werden könnten. Auch diese reduzierte Artenliste wurde anschließend mit „PERLODES“ bewertet, so dass im Ergebnis eine Prognose des zu erwartenden ökologi-



schen Zustands auf der Basis des Makrozoobenthos für das entsprechende Szenario formuliert werden konnte. Da die zukünftige Entwicklung der übrigen, in der Innerste wirksamen gütebeeinträchtigenden Stressoren sowie die daraus resultierenden Effekte auf die Lebensgemeinschaften seriös nicht abschätzbar ist, kann die Prognosesicherheit nicht genau quantifiziert werden.

Für die Aussagen zur Fischfauna wurden insbesondere die vom LAVES in Werra und Oberweser erhobenen Befischungsdaten aus den Jahren 2016-2023 sowie Ergebnisse von Fischbestandsuntersuchungen in der Hauptversalzungsstrecke der Werra aus den Jahren 2009 und 2011 für Analogieschlüsse verwendet.

Im Zuge der Prognoseerstellung wurden die art- und salzbezogenen autökologischen Präferenzen der floristischen und faunistischen Teilkomponenten den derzeitigen und den durch das Flussgebietsmodell simulierten zukünftig zu erwartenden Salzgehalten von Innerste gegenübergestellt und anschließend die prinzipielle Möglichkeit des Vorkommens der Arten geprüft.

Eine Prognoseableitung für die Teilkomponente Makrophyten ist aufgrund des spärlichen Vorkommens und des degradierten Artenspektrums seriös kaum möglich. Daneben zeigt das Vorkommen des als Gütezeigers eingestuften Wassermoses *Fontinalis antipyretica* die prinzipielle Erreichbarkeit eines guten Zustands auf der Basis der Makrophyten an. Generell ist die Besiedlung eines Tieflandflusses mit Makrophyten neben dem Nährstoffgehalt in prägender Weise von den hydromorphologischen Gegebenheiten abhängig. Diese werden von dem hier beantragten Vorhaben nicht berührt und werden sich vermutlich auch perspektivisch nicht signifikant verbessern.

Ebenso kann im Rahmen der Prognoserstellung auf eine weitere Betrachtung des PoD weitgehend verzichtet werden. Für diese Teilkomponente wurde in der Vergangenheit durch das PHYLIB-Verfahren ein guter Zustand auch unter der damaligen Belastungssituation unterhalb der Einleitung (Probestelle Friedhof Ahrbergen) ausgewiesen. Entsprechend ist bei einer gleichbleibenden oder leicht rückläufigen Belastung von keiner Verschlechterung auszugehen. Auch das Verbesserungsverbot kann in Bezug auf diese Teilkomponente unberücksichtigt bleiben, da der gute Zustand auf der Basis dieser Teilgruppe bereits unter den damaligen Bedingungen erreicht wurde.

## 5.2 Ergebnisse des Flussgebietsmodells

Im Zuge der Neubeantragung einer wasserrechtlichen Erlaubnis für die Einleitung von Haldenwässern beantragt die K+S Minerals and Agriculture GmbH die in der nachfolgenden Tabelle enthaltenen Kenngrößen.



**Tabelle 5.1: Beantragte Einleitraten und Chlorid-, Kalium-, Magnesium- und Sulfat-Überwachungswerte**

Max. Salzabwasseranfall [m³/a] / [m³/d]	Überwachungswert an der Kontrollstelle [mg/l]			
	Chlorid mg/l	Kalium mg/l	Magnesium mg/l	Sulfat (mg/l)
115.000 / 4.800	300 (max. Konzentration)	20 (als 90 Perzentilwert)	35 (als 90 Perzentilwert)	200

Aus den beantragten Kenngrößen wird in Verbindung mit den vom Auftraggeber zur Verfügung gestellten Mischrechnungen und Langzeitsimulationen deutlich, dass eine Mehrbelastung der Innerste mit salzhaltigen Wässern gegenüber dem Zustand bis zum 31.12.2023 ausgeschlossen ist. Infolge der angestrebten Salzlaststeuerung bleiben viele statistische Kenngrößen für die Parameter Chlorid, Kalium und Magnesium weitgehend unverändert. Weiterhin ist ein Rückgang in den Belastungsspitzen anzumerken.

Die beantragte Einleitung salzhaltiger Wässer basiert auf einem Steuerwert von maximal 270 mg/l Chlorid an der Messstelle Sarstedt. Entsprechend der Berechnungen der SYDRO GmbH (2023) sind nachfolgende Konzentrationen in der Innerste bei Sarstedt zu erwarten:

**Tabelle 5.2: Aus der Modellierung der beantragten Einleitung abgeleitete Chlorid-, Kalium-, Magnesiumkonzentrationen in der Innerste bei Sarstedt**

Parameter	Steuerwert [mg/l]	Maximum [mg/l]	Mittelwert [mg/l]	90. Perzentil [mg/l]
Chlorid	270	264,4	138,4	198,4
Magnesium		50,6	23,9	33,6
Kalium		21,6	10,5	15,4

Für Chlorid errechnet das Modell für den Flussabschnitt bei Sarstedt eine mittlere Konzentration von 138,4 mg/l. Somit liegt die mittlere Chloridkonzentration erheblich unter dem nach OGewV (2016) derzeit gültigen Orientierungswert von 200 mg/l Chlorid.

Die im Rahmen der Zusammenarbeit von Gewässerschutz Werra/Weser und Kaliproduktion angegebenen Wertebereiche für „Lebensbedingungen naturnaher Lebensgemeinschaften“ (RUNDER TISCH 2010) werden durch die vom Modell simulierten 90. Perzentil-Konzentrationen für die Parameter Chlorid (<300 mg/l) und Kalium (<20mg/l) erfüllt. Für Magnesium liegt die simulierte Konzentration mit 33,6 mg/l im 90. Perzentil knapp oberhalb der Grenze des vom RUNDEN TISCH (2010) angegebenen Wertebereichs, bei dem die Ausbildung natürlicher Lebensgemeinschaften als potenziell möglich angesehen wird (20-30 mg/l).

Insgesamt ergeben sich nur geringfügige Unterschiede zwischen der bis 2023 in der Innerste vorhandenen Ionenkonzentrationen und den durch SYDRO simulierten perspektivisch zu erwartenden Werten. Die Spitzenkonzentrationen sind in der Simulati-

on bei allen drei Parametern rückläufig, für Chlorid sinkt auch die mittlere Jahreskonzentration. Im Vergleich zu der bis 2023 in der Innerste vorhandenen Salzkonzentration würde sich aus der beantragten Einleitung somit eine geringfügige Entlastung ergeben.

### 5.3 Prognostizierte Entwicklung der Fischfauna

Im Zusammenhang mit dem Innerste Monitoring wurden bei den 2016, 2019 und 2022 durchgeführten Fischbestandsuntersuchungen insgesamt 17 Fischarten in den Befischungsstrecken ober- und unterhalb der damaligen Einleitung nachgewiesen. Die Salzbelastung der Innerste zum Zeitpunkt der Untersuchungen ist grundsätzlich mit den perspektivisch zu erwartenden Konzentrationen vergleichbar. Weitere 10 Fischarten wurden im Rahmen des regulären WRRL Monitorings zwischen 2002 und 2010 an den Probestellen Giesen (oh Einleitung) und Sarstedt (uh Einleitung) sowie im Rahmen einer Funktionskontrolle an der Fischaufstiegsanlage im Bereich der Mühle Sarstedt 2011 nachgewiesen. Von diesen insgesamt 27 in der Innerste erfassten Arten, wurden 20 Arten auch in der Hauptversalzungsstrecke der Werra zwischen Philippsthal und Creuzburg bei deutlich höheren Chloridgehalten (meist > 1.500mg/l) im Rahmen der Untersuchungen 2009 und 2011 nachgewiesen (LAVES 2010, LAVES 2012). Weitere 7 Arten wurden im Bereich der unteren Werra sowie in der Oberweser im Rahmen jährlicher Fischbestandsuntersuchungen des LAVES Niedersachsen erfasst (LAVES 2016 ff). Für die untere Werra ist von Chloridgehalten um 1.000 mg/l auszugehen. In der Oberweser liegt der Chloridgehalt i.d.R. deutlich > 400 mg/l (ECORING 2005-2024).

Somit ist festzuhalten, dass nahezu alle in den Jahren zwischen 2002 und 2022 in der Innerste nachgewiesenen Fischarten auch stetig in Werra und Oberweser nachgewiesen wurden bzw. werden. Lediglich für die Quappe (*Lota lota*), die in der Innerste einmalig 2002 im Bereich Sarstedt nachgewiesen wurde, konnten in Werra und Weser kein Nachweis geführt werden. Zwar bevorzugt diese potamodrome Art grundsätzlich Süßwasser, man findet sie jedoch auch im Brackwasser von Flussmündungen sowie in den Boddengebieten der Ostsee. Zusätzlich liegen eigene Nachweise der Art aus der Elbe bei Flusskilometer 345 vor. Dieser Abschnitt liegt unterhalb der Einmündung der Saale in die Elbe. Die Saale ist erheblich mit salzhaltigen Gewässern belastet und führt in der Elbe zu Salzgehalten, die erheblich über prognostizierten Gehalten der Innerste liegen.

Der Abgleich der Artenlisten aus Werra und Weser mit der potenziell natürlichen Fischfauna der Innerste (LAVES 2017) zeigt zudem, dass nahezu alle durch den fischereikundlichen Dienst Niedersachsen gelisteten potenziell natürlichen Taxa auch unter erhöhten Salinitätsbedingungen grundsätzlich vorkommen können. Lediglich die Begleitarten Fluss-, und Meerneunauge sowie der Lachs wurden im Rahmen der ausgewerteten Untersuchungen weder in Werra noch in der Oberweser nachgewiesen. Bei diesen Arten handelt es sich jedoch um anadrome Wanderfische, die grundsätzlich auch an die höhere Salinität des Meerwassers angepasst sind.

Zumindest das Flussneunauge und die Meerforelle wurden in der Vergangenheit (2002 bzw. 2009) in der unteren Werra im Bereich des Wasserkraftwerks Letzter Heller nachgewiesen (LAVES 2010 und LAVES 2012).

Insofern ist nicht davon auszugehen, dass unter den für die Innerste simulierten Ionenkonzentrationen eine Beeinträchtigung der Fischartengemeinschaft wirksam werden könnte, die monokausal mit der aus der beantragten Einleitung resultierenden Salzbelastung korreliert. Da ein Großteil der potenziell natürlichen Fischfauna bereits in der Innerste nachgewiesen wurde bzw. diese Arten unter deutlich höheren Salinitätsbedingungen stetig in Werra und Oberweser vorkommen, muss die Ausbildung einer natürlichen Ichthyozönose unter den simulierten Bedingungen als potenziell möglich angesehen werden.

**Tabelle 5.3: Fischartennachweise in Innerste, Werra und Oberweser.** Angaben zur Referenzfischfauna aus LAVES (2017) LA = Leitart, TA = Typspezifische Art, BA = Begleitart

Deutscher Name	wissenschaftlicher Name	Abundanz- klasse der Referenz- zönose	Nachweise Innerste zw. Giesen & Sarstedt					Nachweise Werra/Weser System			
			WRRL Monitoring 2002-2010	FAA Sarstedt 2011	Innerste Monitoring 2016	Innerste Monitoring 2019	Innerste Monitoring 2022	LAVES Oberweser 2016-2021	LAVES Werra 2016- 2020	Werra 2009 Philippstahl- Creuzburg	Werra 2011 Philippstahl- Creuzburg
Aal	<i>Anguilla anguilla</i>	TA	x		x	x		x	x	x	x
Äsche	<i>Thymallus thymallus</i>	TA	x					x			
Bachforelle	<i>Salmo trutta (fario)</i>	TA	x	x	x			x	x	x	x
Bachneunauge	<i>Lampetra planeri</i>	TA									x
Barbe	<i>Barbus barbus</i>	LA	x	x				x	x	x	x
Bitterling	<i>Rhodeus amarus</i>		x					x	x		
Blaubandbärbling	<i>Pseudorasbora parva</i>				x			x		x	
Brasse	<i>Abramis brama</i>		x				x	x			x
Döbel	<i>Squalius cephalus</i>	LA	x	x	x	x	x	x	x	x	x
Dreist. Stichling	<i>Gasterosteus aculeatus</i>	BA	x		x	x	x	x	x	x	x
Elritze	<i>Phoxinus phoxinus</i>	LA				x		x		x	x
Flussbarsch	<i>Perca fluviatilis</i>	LA	x	x	x	x	x	x	x	x	x
Giebel	<i>Carassius gibelio</i>		x					x		x	x
Groppe/Koppe	<i>Cottus gobio</i>	LA	x					x	x	x	x
Gründling	<i>Gobio gobio</i>	LA	x	x		x	x	x	x		x
Güster	<i>Blicca bjoerkna</i>		x		x			x			x
Hasel	<i>Leuciscus leuciscus</i>	LA	x	x	x			x	x	x	x
Hecht	<i>Esox lucius</i>	BA	x	x	x	x	x	x	x	x	x
Karpfen	<i>Cyprinus carpio</i>		x		x			x	x		x
Kaulbarsch	<i>Gymnocephalus cernuus</i>		x					x			
Moderlieschen	<i>Leucaspis delineatus</i>		x					x			
Quappe	<i>Lota lota</i>	BA	x								
Rapfen	<i>Leuciscus aspius</i>			x				x			
Rotaugen/Plötze	<i>Rutilus rutilus</i>	LA	x	x	x	x	x	x	x	x	x
Rotfeder	<i>Scardinius erythrophthalmus</i>	BA	x	x			x	x	x	x	x
Schleie	<i>Tinca tinca</i>				x	x		x	x	x	x
Schmerle	<i>Barbatula barbatula</i>	LA	x					x	x	x	x
Steinbeisser	<i>Cobitis taenia</i>	BA						x			
Ukelei	<i>Alburnus alburnus</i>	BA	x	x	x	x	x	x			
Zährte (Rußnase)	<i>Vimba vimba</i>	BA						x			

#### 5.4 Prognostizierte Entwicklung des Makrozoobenthos

Die DWA Arbeitsgruppe „Salzbelastung der Fließgewässer“ hat in den vergangenen Jahren ein Datenbankprojekt durchgeführt, in dem Daten zur Verbreitung von Makrozoen aus salzbelasteten Fließgewässern Deutschlands zusammengefasst wurden. Die Ergebnisse in die Ausführenden der DWA (2024) eingeflossen. Da dem Verfasser derzeit kein qualitativ höherwertiger Datensatz zur Salztoleranz benthischer Makrozoen bekannt ist, erfolgt die Ableitung der Prognosen zur Entwicklung der Makrozoobenthos-Lebensgemeinschaft auf der Analyse der salzbezogenen autökologischen Verbreitungsspektren der im Rahmen der aktuellen Untersuchungen nachgewiesenen Arten.

Die Tabelle 5.4 fasst alle im Rahmen der Monitoringuntersuchungen 2017-2024 erzielten Artnachweise der Innerste mit Nennung der maximal gefundenen Individuenzahl / m<sup>2</sup> zusammen. Insgesamt basieren die Angaben auf 50 Proben. Den einzelnen Arten gegenübergestellt ist die artspezifische Ionentoleranz für die Parameter Chlorid, Kalium und Magnesium, wie sie aus der Datensammlung der DWA Arbeitsgruppe abgeleitet wurde.

**Tabelle 5.4: Übersicht zu den in der Innerste zwischen 2017 und 2024 nachgewiesenen Arten des Makrozoobenthos mit Nennung der errechneten Chlorid-, Kalium- und Magnesiumtoleranz**

(Datengrundlage: Datenbank der DWA-Arbeitsgruppe GB-5.4 „Salzbelastung der Fließgewässer“. Die errechneten Toleranzen ergeben sich durch Addition der artspezifischen Chloridpräferenz (bezogen auf das 90. Perzentil) mit der jeweiligen Standardabweichung. Gelbe Markierung: Toleranzwert liegt unterhalb des simulierten 90-Perzentil-Wertes

DV_Nr	Familie	Taxa	Anzahl Nachweise ab 2017	Max. Ind.zahl je m <sup>2</sup>	Chlorid-toleranz in mg/l	Kalium-toleranz in mg/l	Magnesium-toleranz in mg/l
1079	Amphipoda	<i>Gammarus</i>	4	3	709	49	145
1002	Amphipoda	<i>Gammarus pulex</i>	46	120	811	46	119
1121	Amphipoda	<i>Niphargus</i>	2	3			
68	Coleoptera	<i>Cyphon</i> (Larve)	2	2			
112	Coleoptera	<i>Elmis</i>	14	19	1281	91	143
361	Coleoptera	<i>Esolus</i> (Larve)	3	28			
187	Coleoptera	<i>Esolus parallelepipedus</i>	5	7			
102	Coleoptera	<i>Haliplus</i>	12	4	1242	98	202
138	Coleoptera	<i>Hydraena</i> (Larve)	2	4	683	54	101
10062	Coleoptera	<i>Hydroporinae</i> (Larve)	5	6	1832	118	
204	Coleoptera	<i>Laccophilus hyalinus</i>	2	1	356	21	
359	Coleoptera	<i>Limnius</i> (Larve)	5	4	1127	87	150
28	Coleoptera	<i>Limnius volckmari</i>	2	3	844	65	129
20154	Coleoptera	<i>Nebrioporus depressus elegans</i>	22	8	2526	137	182
26	Coleoptera	<i>Orectochilus villosus</i> (Larve)	18	8	511	34	96
113	Coleoptera	<i>Oulimnius</i>	26	33	1225	97	148
17	Coleoptera	<i>Oulimnius tuberculatus</i>	22	72	1292	106	190
21	Coleoptera	<i>Platambus maculatus</i>	7	2	502	32	138
20169	Coleoptera	<i>Scirtidae</i> (Larve)	1	2			
40	Coleoptera	<i>Stictotarsus duodecimpustulatus</i>	4	3	649	49	
609	Diptera - Athericidae	<i>Atrichops crassipes</i>	21	10			
20130	Diptera - Athericidae	<i>Ibisia marginata</i>	2	1	492	43	
20965	Diptera – Chironomidae	<i>Ceratopogoninae / Palpomyiinae</i>	44	23	680	48	123
911	Diptera – Chironomidae	<i>Chironomidae</i>	24	154	1614	106	194
910	Diptera – Chironomidae	<i>Chironomini</i>	44	318	1366	131	156
10557	Diptera – Chironomidae	<i>Diamesa insignipes</i>	1	166			
106	Diptera – Chironomidae	<i>Orthocladiinae</i>	17	897	1283	69	194
604	Diptera – Chironomidae	<i>Prodiamesa olivacea</i>	28	141	1041	69	168
502	Diptera – Chironomidae	<i>Tanypodinae</i>	47	558	1115	71	158
605	Diptera – Chironomidae	<i>Tanytarsini</i>	40	87	1126	71	134
556	Diptera – Dolichopodidae	<i>Dolichopodidae</i>	2	1			

DV_Nr	Familie	Taxa	Anzahl Nachweise ab 2017	Max. Ind.zahl je m²	Chlorid- toleranz in mg/l	Kalium- toleranz in mg/l	Magnesium- toleranz in mg/l
599	Diptera - Empididae	<i>Hemerodromia</i>	14	23	695	35	97
583	Diptera - Limoniidae	<i>Antocha</i>	2	4	772	58	105
20489	Diptera - Limoniidae	<i>Helius</i>	2	1			
120	Diptera - Limoniidae	<i>Limoniidae</i>	3	4	718	40	120
121	Diptera - Psychodidae	<i>Psychodidae</i>	7	2	2060	119	171
762	Diptera - Simuliidae	<i>Simulium</i>	14	547	955	57	114
10191	Diptera - Simuliidae	<i>Simulium (Nevermannia)</i>	3	137			
900	Diptera - Simuliidae	<i>Simulium (Wilhelmia)</i>	4	410	560	27	139
755	Diptera - Simuliidae	<i>Simulium (Wilhelmia) equinum</i>	3	67	538	46	146
536	Diptera - Simuliidae	<i>Simulium noelleri</i>	1	7	220	19	
20033	Diptera - Simuliidae	<i>Simulium ornatum - Gruppe</i>	3	67			
146	Diptera - Tipulidae	<i>Tipula s. l.</i>	6	4	1222	70	166
7	Ephemeroptera	<i>Baetis</i>	8	22	772	44	103
739	Ephemeroptera	<i>Baetis buceratus</i>	6	41	548	36	116
601	Ephemeroptera	<i>Baetis fuscatus - Gruppe</i>	3	63	504	30	86
277	Ephemeroptera	<i>Baetis lutheri</i>	4	3	106	7	27
20174	Ephemeroptera	<i>Baetis lutheri - Gruppe</i>	3	6			
348	Ephemeroptera	<i>Baetis muticus</i>	5	4	106	7	
107	Ephemeroptera	<i>Baetis rhodani</i>	13	12	531	35	90
278	Ephemeroptera	<i>Baetis vernus</i>	10	26	451	31	84
847	Ephemeroptera	<i>Caenis luctuosa</i>	2	7	378	30	86
20957	Ephemeroptera	<i>Caenis macrura - Gruppe</i>	3	5			
252	Ephemeroptera	<i>Centroptilum luteolum</i>	49	177	229	20	
20929	Ephemeroptera	<i>Leptophlebia submarginata</i>	2	1	97	8	
20021	Ephemeroptera	<i>Serratella ignita</i>	13	19	257	15	44
267	Ephemeroptera	<i>Siphonurus aestivalis</i>	2	1			
60	Heteroptera	<i>Aphelocheirus aestivalis</i>	6	3	540	41	108
10150	Heteroptera	<i>Corixidae</i>	2	80	685	39	
189	Heteroptera	<i>Gerris</i>	1	1	620	34	
10154	Heteroptera	<i>Micronecta</i>	27	83	200	16	
145	Heteroptera	<i>Sigara</i>	2	1	278	32	
10145	Heteroptera	<i>Sigara lateralis</i>	2	1			
10205	Heteroptera	<i>Veliidae</i>	2	3			
1927	Hirudinea	<i>Caspiobdella fadejewi</i>	1	1	741	73	158
1169	Hirudinea	<i>Erpobdella</i>	2	1	481	41	109
1066	Hirudinea	<i>Erpobdella nigricollis</i>	2	1	266	22	77
1000	Hirudinea	<i>Erpobdella octoculata</i>	8	2	565	36	99
1017	Hirudinea	<i>Glossiphonia complanata</i>	5	1	635	42	152
1008	Hirudinea	<i>Helobdella stagnalis</i>	2	8	700	40	138
1004	Isopoda	<i>Asellus aquaticus</i>	32	19	961	53	151
1954	Isopoda	<i>Proasellus</i>	4	4			
1107	Isopoda	<i>Proasellus coxalis</i>	25	12	1298	113	186
46	Megaloptera	<i>Sialis</i>	2	1			
248	Megaloptera	<i>Sialis lutaria</i>	14	18	618	45	253
1005	Mollusca	<i>Ancylus fluviatilis</i>	6	2	664	51	101
1040	Mollusca	<i>Anisus vortex</i>	1	2	249	27	
1398	Mollusca	<i>Bithynia leachii leachii</i>	6	6			
1009	Mollusca	<i>Bithynia tentaculata</i>	35	22	430	26	84
1024	Mollusca	<i>Gyraulus albus</i>	7	6	659	37	
1958	Mollusca	<i>Physella acuta</i>	2	1	973	70	185
1037	Mollusca	<i>Pisidium</i>	33	48	533	39	75
1982	Mollusca	<i>Pisidium amnicum</i>	10	8	98	10	
1409	Mollusca	<i>Radix balthica</i>	10	18	1046	67	161
1115	Mollusca	<i>Sphaerium</i>	39	40	841	28	54
1012	Mollusca	<i>Sphaerium corneum</i>	6	25	437	28	98
1963	Mollusca	<i>Stagnicola</i>	2	2	605	46	
1085	Mollusca	<i>Valvata piscinalis</i>	11	10	415	30	
1277	Nematomorpha	<i>Nematomorpha</i>	6	8			
268	Neuroptera	<i>Sisyra</i>	6	7	375	29	96
310	Odonata	<i>Calopteryx</i>	2	1	232	18	
124	Odonata	<i>Calopteryx splendens</i>	27	11	778	53	196
30	Odonata	<i>Calopteryx virgo</i>	2	1	816	71	221
308	Odonata	<i>Coenagrion</i>	8	7	1604		
909	Odonata	<i>Coenagrionidae</i>	4	4	947	50	
159	Odonata	<i>Ischnura elegans</i>	7	10	1295	43	

DV_Nr	Familie	Taxa	Anzahl Nachweise ab 2017	Max. Ind.zahl je m²	Chlorid- toleranz in mg/l	Kalium- toleranz in mg/l	Magnesium- toleranz in mg/l
10480	Odonata	<i>Ophiogomphus cecilia</i>	1	1	323	16	
101	Odonata	<i>Platycnemis pennipes</i>	41	28	781	50	213
406	Odonata	<i>Pyrrhosoma nymphula</i>	2	2	251	42	
1356	Oligochaeta (Para- bzw. Polyphyla)	<i>Aulodrilus pluriset</i>	10	54	730	57	100
1092	Oligochaeta (Para- bzw. Polyphyla)	<i>Eiseniella tetraedra</i>	19	18	948	50	109
1365	Oligochaeta (Para- bzw. Polyphyla)	<i>Enchytraeidae</i>	7	16	1843	151	229
1110	Oligochaeta (Para- bzw. Polyphyla)	<i>Limnodrilus</i>	24	44	1307	120	191
1052	Oligochaeta (Para- bzw. Polyphyla)	<i>Limnodrilus claparedeianus</i>	5	21	705	63	93
1093	Oligochaeta (Para- bzw. Polyphyla)	<i>Limnodrilus hoffmeisteri</i>	22	41	1651	80	134
1053	Oligochaeta (Para- bzw. Polyphyla)	<i>Limnodrilus udekemianus</i>	2	12	804	58	82
1094	Oligochaeta (Para- bzw. Polyphyla)	<i>Lumbriculus variegatus</i>	22	59	1049	51	85
5083	Oligochaeta (Para- bzw. Polyphyla)	<i>Nais</i>	2	6			
1938	Oligochaeta (Para- bzw. Polyphyla)	<i>Oligochaeta</i>	9	75	5448	300	744
5186	Oligochaeta (Para- bzw. Polyphyla)	<i>Ophidonais serpentina</i>	2	5			
1190	Oligochaeta (Para- bzw. Polyphyla)	<i>Peloscolex ferox</i>	2	9			
1191	Oligochaeta (Para- bzw. Polyphyla)	<i>Potamothenrix hammoniensis</i>	19	42	1066	69	137
1192	Oligochaeta (Para- bzw. Polyphyla)	<i>Potamothenrix moldaviensis</i>	2	16	1012	85	117
1077	Oligochaeta (Para- bzw. Polyphyla)	<i>Psammoryctides barbatus</i>	14	14	1206	96	148
1947	Oligochaeta (Para- bzw. Polyphyla)	<i>Rhynchelmis limosella</i>	2	2			
1357	Oligochaeta (Para- bzw. Polyphyla)	<i>Spirosperma ferox</i>	8	12			
1106	Oligochaeta (Para- bzw. Polyphyla)	<i>Stylodrilus heringianus</i>	2	14	350	36	42
1167	Oligochaeta (Para- bzw. Polyphyla)	<i>Tubifex</i>	17	14	1100	106	154
1194	Oligochaeta (Para- bzw. Polyphyla)	<i>Tubifex ignotus</i>	4	7	5162	87	
1087	Oligochaeta (Para- bzw. Polyphyla)	<i>Tubifex tubifex</i>	12	30	1429	108	167
1013	Oligochaeta (Para- bzw. Polyphyla)	<i>Tubificidae</i>	3	2	1411	39	125
139	Plecoptera	<i>Isoperla</i>	2	2	459	37	84
29	Plecoptera	<i>Leuctra</i>	5	5	557	36	115
10172	Plecoptera	<i>Leuctra geniculata</i>	11	23	624	40	85
1088	Spongillidae	<i>Ephydatia fluviatilis</i>	5	2%	508	36	86
20959	Trichoptera	<i>Agapetinae</i>	2	4			
10121	Trichoptera	<i>Allotrichia pallicornis</i>	1	36	1838	163	246
14	Trichoptera	<i>Anabolia nervosa</i>	35	68	689	35	108
999	Trichoptera	<i>Athripsodes</i>	11	2	483	33	96
211	Trichoptera	<i>Athripsodes cinereus</i>	14	10	716	42	165
63	Trichoptera	<i>Brachycentrus subnubilus</i>	4	14	516	36	93
487	Trichoptera	<i>Ceraclea</i>	8	26	393	15	
724	Trichoptera	<i>Ceraclea albimacula</i>	6	21	342	16	
793	Trichoptera	<i>Ceraclea dissimilis</i>	14	87	354	23	108
10196	Trichoptera	<i>Ceraclea senilis</i>	2	1	207	19	
20922	Trichoptera	<i>Chaetopterygini / Stenophylacini</i>	2	6	324	28	55
42	Trichoptera	<i>Chaetopteryx villosa</i>	2	5	171	18	67
423	Trichoptera	<i>Cheumatopsyche lepida</i>	9	3	914	74	128
69	Trichoptera	<i>Cyrnus trimaculatus</i>	37	37	686	44	154
15	Trichoptera	<i>Halesus</i>	11	6	801	55	161



DV_Nr	Familie	Taxa	Anzahl Nachweise ab 2017	Max. Ind.zahl je m²	Chlorid-toleranz in mg/l	Kalium-toleranz in mg/l	Magnesium-toleranz in mg/l
194	Trichoptera	<i>Halesus radiatus</i>	6	7	407	35	146
20995	Trichoptera	<i>Hydropsyche incognita / pellucidula</i>	1	4			
115	Trichoptera	<i>Hydropsyche pellucidula</i>	11	10	955	73	152
848	Trichoptera	<i>Hydropsyche siltalai</i>	9	8	1008	69	156
331	Trichoptera	<i>Hydroptila</i>	28	212	1213	82	178
714	Trichoptera	<i>Ithytrichia lamellaris</i>	22	54	781	50	96
207	Trichoptera	<i>Lepidostoma hirtum</i>	4	8	608	45	115
37	Trichoptera	<i>Leptocerus</i>	2	1			
126	Trichoptera	<i>Limnephilidae juv.</i>	2	45	735	36	92
20923	Trichoptera	<i>Limnephilini</i>	2	3	3525	143	206
148	Trichoptera	<i>Limnephilus</i>	2	2	605	28	
219	Trichoptera	<i>Limnephilus flavicornis</i>	1	1	174	18	
220	Trichoptera	<i>Limnephilus lunatus</i>	3	4	950	37	148
127	Trichoptera	<i>Limnephilus rhombicus</i>	4	1	403	36	
858	Trichoptera	<i>Lype reducta</i>	13	3	516	44	214
506	Trichoptera	<i>Molanna angustata</i>	5	2	176	15	
362	Trichoptera	<i>Mystacides</i>	3	5	506	39	
451	Trichoptera	<i>Mystacides azurea</i>	22	14	229	32	92
20944	Trichoptera	<i>Mystacides longicornis / nigra</i>	6	5			
453	Trichoptera	<i>Neureclipsis bimaculata</i>	4	5	149	13	
743	Trichoptera	<i>Oecetis</i>	1	1			
622	Trichoptera	<i>Oecetis notata</i>	13	13	443	21	
372	Trichoptera	<i>Plectrocnemia</i>	6	5			
144	Trichoptera	<i>Plectrocnemia conspersa</i>	11	7	419	35	
12	Trichoptera	<i>Polycentropus flavomaculatus</i>	19	12	985	60	143
324	Trichoptera	<i>Psychomyia pusilla</i>	11	66	920	79	142
611	Trichoptera	<i>Rhyacophila (Rhyacophila)</i>	1	1	873	25	112
117	Trichoptera	<i>Rhyacophila nubila</i>	2	1	763	43	121
20098	Trichoptera	<i>Tinodes assimilis</i>	2	1			
1007	Turbellaria (Para- bzw. Polyphyla)	<i>Dendrocoelum lacteum</i>	2	1	1482	125	240
1243	Turbellaria (Para- bzw. Polyphyla)	<i>Dendrocoelum romanodanubiale</i>	2	1			
1946	Turbellaria (Para- bzw. Polyphyla)	<i>Dugesia</i>	14	4	1448	119	183
1090	Turbellaria (Para- bzw. Polyphyla)	<i>Dugesia lugubris</i>	4	7	1258	91	187
1122	Turbellaria (Para- bzw. Polyphyla)	<i>Polycelis nigra / tenuis</i>	9	5	1105	52	111

Für 141 der insgesamt 174 seit 2017 in der Innerste nachgewiesenen Makrozoobenthostaxa konnten Angaben zur Ionentoleranz aus der DWA-Datenbank abgeleitet werden. Dabei liegen für die Parameter Kalium und Magnesium nicht für alle Taxa artspezifische Toleranzwerte vor. Bezogen auf den Parameter Chlorid liegen die errechneten Ionentoleranzen lediglich bei acht Arten unterhalb des von SYDRO prognostizierten 90. Perzentilwerts von 198,5 mg/l. Potenziell betroffen sind die Köcherfliegen *Molanna angustata*, *Chaetopteryx villosa*, *Limnephilus flavicornis* und *Neureclipsis bimaculata*, die Eintagsfliegen *Baetis lutheri*, *Baetis muticus* und *Lepidophlebia submarginata* sowie die Kleinmuschel *Pisidium amnicum*.

Bezogen auf den Parameter Kalium liegen für 140 der 174 Taxa artspezifische Toleranzwerte aus der DWA Datenbank vor. Zusätzlich zu den bereits im Zusammenhang mit Chlorid genannten Arten treten keine weiteren Taxa mit ihren errechneten Kaliumtoleranzen signifikant unterhalb des für diesen Parameter prognostizierten 90. Perzentilwerts (15,4 mg/l K) im Datensatz auf.

Bei den für den Parameter Magnesium errechneten Toleranzwerten liegt lediglich die bereits im Zusammenhang mit Chlorid und Kalium genannte Eintagsfliege *Baetis lutheri* mit ihrem berechneten Toleranzwert unterhalb des prognostizierten 90 Perzentil Werts (33,6 mg/l K). Für 68 der 174 Arten konnte jedoch keine artspezifische Magnesiumtoleranz aus der DWA Datenbank errechnet werden. Für die übrigen 106 Arten liegt die errechnete Magnesiumtoleranz oberhalb der für die Innerste bei Sarstedt prognostizierten 33,6 mg/l.

Von den genannten acht Taxa deren berechnete artspezifische Ionentoleranz unterhalb der aus der DWA Datenbank abgeleiteten Toleranzwerte liegt, war der überwiegende Teil nicht stetig in der Innerste verbreitet. *Pisidium amnicum* wurde in 10 der Proben nachgewiesen und wies somit noch die höchste Stetigkeit innerhalb der ausgewerteten Monitoringperiode (2017-2024) auf. Zudem traten die betreffenden Arten in der Regel nur in äußerst geringer Abundanz auf und besitzen somit eine eher begrenzte Bewertungsrelevanz.

Um die Auswirkung eines Ausbleibens der potenziell sensiblen Taxa auf die WRRL Bewertung der Innerste abschätzen zu können, wurde die zusammengefasste Makrozoobenthoszönose der Innerste mit der aktuellen Perlodes-Version bewertet. Dabei wurden nur Taxa berücksichtigt, die in wenigstens drei der Proben enthalten waren. Weiterhin wurde die mittlere Häufigkeit der Taxa für die Bewertung verwendet. Um einen Vergleich herzustellen, erfolgte die Bewertung parallel mit der vollständigen Artenliste sowie mit der um die potenziell sensiblen Taxa gekürzten Artenliste. In Tabelle 5.5 sind die Bewertungsergebnisse der vollständigen Artenliste den Bewertungen der gekürzten Artenliste gegenübergestellt.

**Tabelle 5.5: Gegenüberstellung der Perlodes Bewertungsergebnisse der vollständigen Taxaliste 2017-2024 mit der um salzsensible Arten gekürzten Taxaliste.**

Standardartenliste Innerste 2017 bis 2024		
Probe	Taxaliste vollständig	Taxaliste gekürzt
LAWA-Fließgewässertyp	Typ 15	Typ 15
Taxaliste	original	original
Nutzung	BmV	BmV
Zusammenstellung der Ergebnisse		
Ökologische Potentialklasse	2 (gut)	2 (gut)
Qualitätsklasse Saprobie	2 (gut)	2 (gut)
Deutscher Saprobienindex (neu)	2,180	2,211
Qualitätsklasse Allg. Degradation	2 (gut)	2 (gut)
Multimetrischer Index (MMI)	0,748	0,750
Faunaindex: Wert	0,798	0,811
[%] Zonation Littoral	0,523	0,522
#Trichoptera	1,000	1,000
[%] EPT (HK)	0,568	0,546

Der Vergleich der Perioden Auswertungen zeigt, dass das Artenpotenzial der Innerste unter den gegebenen Ionenkonzentrationen grundsätzlich ausreicht, um den guten ökologischen Zustand gem. OGWV (2016) zu erreichen. Selbst wenn die hinsichtlich ihrer berechneten Ionentoleranz sensibleren Taxa aus der Artenliste entfernt werden, führt dies nicht zu einem Klassensprung bei der Gesamtbewertung. Die Teilmodule Saprobie und Allgemeine Degradation zeigen lediglich eine minimale Reaktion auf die Reduktion der Gesamtartenliste.

Somit können hinsichtlich des Gesamtartenspektrums des Makrozoobenthos aufgrund der vorliegenden Analysen signifikante Zustandsverschlechterungen in Zusammenhang mit der prognostizierten, gegenüber dem Jahr 2023 geringfügig reduzierten, Salzbelastung der Innerste mit hinreichender Sicherheit ausgeschlossen werden.

Die Auswertung zeigt, dass das Artenspektrum in der Innerste auch unter der bis 2023 gegebenen Salzbelastung prinzipiell geeignet war, das gute ökologische Potential auf der Basis der Qualitätskomponente „Makrozoobenthos“ zu erreichen. Aus der Auswertung der Monitoringergebnisse der Jahre 2015-2023 geht weiterhin deutlich hervor, dass die bis 2023 wirksame Salzbelastung keinesfalls monokausal potentialbestimmend war. Das gute ökologische Potential auf der Basis des Makrozoobenthos wurde 2023 auch unterhalb der damals aktiven Einleitung salzhaltiger Wässer an der Probestelle 2 „unterhalb des Wehrs Sarstedt“ erreicht.

Vielmehr wird und wurde die Zusammensetzung und Ausprägung des Makrozoobenthos in der Innerste massiv durch die stoffliche Vorbelastung oberhalb der damaligen und jetzt beantragten Einleitung der K+S Minerals and Agriculture GmbH sowie der massiven hydromorphologischen Degradation insbesondere unterhalb der Einleitstelle beeinflusst.

Signifikante Verbesserungen des Zustands bzw. Potentials des Makrozoobenthos sind daher zwingend an eine Rückführung der Vorbelastung und eine Verbesserung der Gewässerstruktur gebunden. Insofern steht die beantragte, gegenüber den Verhältnissen bis zum Jahr 2023 geringfügig reduzierte Salzbelastung der Innerste auch dem Verbesserungsgebot nicht entgegen.

### 5.5 Entwicklung der floristische Qualitätskomponenten

Im Hinblick auf die Qualitätskomponente der **aquatischen Makrophyten** zeigt sich die Innerste im Untersuchungsabschnitt sowohl ober- als auch unterhalb der beantragten Einleitung als äußerst artenarm. Bei den Monitoringuntersuchungen 2016, 2019 und 2022 wurden insgesamt nur fünf verschiedene Arten nachgewiesen. Mit Ausnahme von *Fontinalis antipyretica* handelte es sich ausnahmslos um Arten der Indikatorgruppe C (Störzeiger) die primär auf eine gestörte Abflussdynamik hinweisen. Das Wassermoos *Fontinalis antipyretica* hingegen ist als Gütezeiger der Indikatorgruppe A zugeordnet. Diese Art wurde im Rahmen der Monitoringuntersuchungen

bei den damals gegebenen Ionenkonzentrationen sowohl ober- als auch unterhalb der Einleitung nachgewiesen. Der gute Zustand nach OGewV (2016) wurde dabei nur einmalig bei der Untersuchung 2016 an der Probestelle oberhalb der Einleitung erreicht. Zu diesem Zeitpunkt trat diese Art verbreitet (KOHLER Schätzzahl 3) auf, während ansonsten lediglich Störzeiger nachgewiesen wurden. Insofern wird deutlich, dass insbesondere die flächenhafte Verbreitung einer einzelnen Art maßgeblich für die Erreichung der Vorgaben der WRRL sein kann. Gerade *Fontinalis antipyretica* benötigt als Standort insbesondere Hartsubstrate, ein gewisses Maß an Strömung sowie als niedrigwüchsige Art eine gute Durchlichtung des Gewässergrundes. Eine gewisse Salztoleranz ist hingegen gegeben. BAUMHAUER et al. (2014) stufen die Salztoleranz dieser Art als oligohalin (0,5-3,0 PSU) ein. Die in der Innerste gemessenen Leitfähigkeitswerte entsprachen unterhalb der bis 2023 aktiven Einleitung zu meist deutlich  $<1$  PSU. Dass *Fontinalis antipyretica* in der Vergangenheit auch in der unteren Werra bei deutlich höheren Salinitätsbedingungen im Rahmen von jährlich durchgeführten Monitoringuntersuchungen regelmäßig festgestellt wurde, ist als Indiz zu werten, dass diese Art auch unter den für die Innerste simulierten zukünftigen Ionenkonzentrationen vorkommen kann und dabei auch die für das gute ökologische Potenzial notwendige flächige Verbreitung ausbilden kann. Insofern steht die beantragte, gegenüber den Bedingungen bis 2023 leicht rückläufige, Salzkonzentration der Innerste auch dem Verbesserungsgebot in Bezug auf die Makrophyten nicht entgegen.

Grundsätzlich ist die Besiedlung eines Tieflandflusses mit Makrophyten neben dem Nährstoffgehalt in prägender Weise von den hydromorphologischen Gegebenheiten abhängig. Diese werden von dem hier beantragten Vorhaben nicht berührt und werden sich vermutlich auch perspektivisch nicht signifikant verbessern.

Die Qualitätskomponente **Phytobenthos ohne Diatomeen** erzielte bei den Untersuchungen 2016 und 2022 unter den damals gegebenen Ionenkonzentrationen sowohl ober- als auch unterhalb der bis 2023 aktiven Einleitung das gute ökologische Potenzial. Bezogen auf die Salztoleranz präferieren sämtliche unterhalb der damaligen Einleitstelle nachgewiesenen Arten Süßwasser, tolerieren jedoch auch ein brackisches Milieu. Insofern ist nicht davon auszugehen, dass das gute ökologische Potenzial unter den durch SYDRO gegenüber den Bedingungen bis 2023 leicht rückläufigen modellierten Ionenkonzentrationen der Innerste zukünftig nicht erreicht werden kann.

Im Hinblick auf die **Diatomeen** bestehen aus fachlicher Sicht in der Praxis Schwierigkeiten potentielle Effekte einer insgesamt geringfügigen Salzbelastung, wie sie aus dem Szenario des Flussgebietsmodells hervorgeht, zu quantifizieren. Ursächlich für diese Schwierigkeiten sind bestehende Wechselwirkungen zwischen Eutrophierungserscheinungen und einer niederschwellig erhöhten Salinität, die sich in der Innerste überlagern. Während der Monitoringperiode zwischen 2015 und 2024 wurden insgesamt 77 Proben ausgewertet. Lediglich 6 Proben wurden auf Basis des Halobienindex nach ZIEMANN (1999) als Süßwasser mit erhöhtem Salzgehalt eingestuft. Die übrigen Proben wurden als typisches Süßwasser eingestuft. Die

Proben, die einen erhöhten Salzgehalt indizierten, stammten dabei sowohl von der Probestelle unterhalb als auch oberhalb der bis 2023 aktiven Einleitung und hier jeweils sowohl vom linken und vom rechten Ufer. Eine reproduzierbare dauerhafte Auswirkung der damaligen Einleitung salzhaltiger Wässer auf die Diatomeen der Innerste ist somit kaum erkennbar.

Vielmehr ist die Präsenz eines gewissen Anteils halophiler und mesohalober Diatomeen in der Innerste generell gegeben. Diese ist jedoch im Sinne des derzeit gültigen Bewertungsverfahrens nach OGeV (2016) nicht bewertungsrelevant. Das Maßkriterium „Halobienindex“, welches bei einer Überschreitung des Schwellenwertes von „15“ zu einer Abstufung der Zustands-/Potentialklasse um eine Stufe führt, wurde im Zeitraum 2015-2023 auch an der Probestelle unterhalb der damaligen Einleitung der K+S Minerals and Agriculture GmbH nicht wirksam. Entsprechend war die damalige Salzbelastung der Innerste auch im Hinblick auf die Teilkomponente Diatomeen nicht potentialbestimmend. Vielmehr wird die Zusammensetzung und Ausprägung der Diatomeengesellschaften in der Innerste auch aktuell massiv durch die Vorbelastung oberhalb der bis 2023 aktiven Einleitung der K+S Minerals and Agriculture GmbH und die massive hydromorphologische Degradation beeinflusst. Signifikante Verbesserungen des Zustands bzw. Potentials der Diatomeen sind daher zwingend an eine Rückführung der Vorbelastung und eine Verbesserung der Gewässerstruktur gebunden. Insofern steht die beantragte, gegenüber den Bedingungen bis 2023 leicht rückläufige Salzkonzentration der Innerste auch dem Verbesserungsgebot nicht entgegen.

## 6 Fazit

Zusammenfassend ist festzuhalten, dass für keine der hier untersuchten Qualitätskomponenten unter den von SYDRO prognostizierten und von der K+S Minerals and Agriculture GmbH beantragten Ionenkonzentrationen eine signifikante Zustandsverschlechterung für die Innerste zu erwarten ist. Im Vergleich mit den Verhältnissen bis 2023 ist perspektivisch von einer leicht rückläufigen Salzkonzentration der Innerste auszugehen.

Nahezu alle in der Innerste nachgewiesenen Arten verfügen mutmaßlich über eine Ionentoleranz, die einen Fortbestand der Vorkommen grundsätzlich ermöglicht. Diese Aussage wird insbesondere dadurch gestützt, dass ein Großteil der betreffenden Arten auch unter deutlich höheren Salinitätsbedingungen in der Werra, der Oberweser und der Elbe stetig nachgewiesen wurden. In anderen Fällen ist von den autökologischen Ansprüchen einzelner Arten allgemein bekannt bzw. auf der Basis wissenschaftlicher Datensammlungen zu erwarten, dass sie derartig erhöhte Ionengehalte grundsätzlich tolerieren.

Insofern steht die beantragte Einleitung salzhaltiger Wässer mit den prognostizierten Ionengehalten dem Verschlechterungsverbot nicht entgegen. Diese Aussage wird zusätzlich durch die Ausführungen in DWA (2014) gestützt, wonach ein monokausaler Zusammenhang zwischen einer Salzbelastung und dem ökologischen Zustand/Potential in der Praxis oft nicht abzuleiten ist. Zudem wird darauf hingewiesen, dass auch in anthropogen stark überformten Fließgewässern bei Salzgehalten oberhalb des derzeit in der OGewV festgelegten Orientierungswerts für Chlorid von 200 mg/l divers ausgestaltete Makrozoobenthoszönosen auftreten können, die den guten ökologischen Zustand bzw. das gute ökologische Potential für diese Qualitätskomponente indizieren. Eine ähnliche Aussage ist auch für die sehr salzsensitive Teilkomponente der Diatomeen zu treffen. Hier sind zahlreiche Beispiele aus dem Werra-Weser-Flusssystem bekannt, in denen der gute ökologische Zustand bzw. das gute ökologische Potential auch bei Salzkonzentrationen indiziert wurde, die erheblich über den für die Innerste beantragten Werten lagen.

Aus der weitergehenden Analyse der Daten geht hervor, dass die beantragte Einleitung/Salzbelastung für keine der biologischen Qualitätskomponenten potentialbestimmend im Sinne der OGewV (2016) wirken wird und eine Verschlechterung im Sinne eines Klassensprungs mit hinreichender Sicherheit auszuschließen ist.

Innerhalb der gültigen Bewertungsverfahren existiert lediglich für die besonders sensible Gruppe der Diatomeen ein Teilmodul, das direkt auf Versalzungserscheinungen abzielt. Dieses Teilmodul, das bei einer Überschreitung des Schwellenwertes von „15“ für den Halobienindex zu einer Abstufung der Zustands-/Potentialklasse um eine Stufe führt, wurde im Zeitraum 2015-2023 auch an der Probestelle unterhalb der damals aktiven Einleitung der K+S Minerals and Agriculture GmbH nicht wirksam. Entsprechend steht einer Einleitung von salzhaltigen Wässern mit gleichbleibenden,

bzw. hinsichtlich der Spitzenkonzentrationen leicht rückläufigen Salzkonzentrationen auch dem Verbesserungsgebot nicht grundsätzlich entgegen.

Gleichzeitig ist die Umsetzung des Verbesserungsgebotes nicht zwingend an einen Verzicht auf die beantragte Einleitung gebunden, da weitere Stressoren wie z.B. eine erhöhte Nährstoffbelastung und eine weitgehende hydromorphologische Degradation unverändert wirksam sind. Signifikante Verbesserungen des Zustands bzw. Potentials der aquatischen Lebensgemeinschaften sind daher nur durch eine Rückführung der Vorbelastung und eine Verbesserung der Gewässerstruktur im OWK 20001 zu erreichen.



## 7 Literatur

### 7.1 Allgemeine Literatur

- BAFU (2007): Methoden zur Untersuchung und Beurteilung der Fließgewässer – Kieselalgen Stufe F (flächendeckend), herausgegeben vom Bundesamt für Umwelt Bern, 2007.
- BAUMHAUER, J., SCHMIDT, C., VAN DE WEYER, K. (2014): Handbuch Wasserpflanzen – Erkennen, Verwenden, Pflegen. Patzer Verlag, 147 S, Berlin-Hannover
- BAYLFU (2012): Verfahrensanleitung für die ökologische Bewertung von Fließgewässern zur Umsetzung der EU-Wasserrahmenrichtlinie: Makrophyten und Phytobenthos. – Stand Januar 2012, Bayrisches 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
- DIN EN 13946 (2014): 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.
- DWA (2024): Möglichkeiten und Grenzen der Anwendung von ACP-Werten in Fließgewässern am Beispiel salinarer Ionen. DWA Themen, T1/2024, März 2024
- ECORING (2015): Hartsalzwerk Siegfried-Giesen. – Limnologische Untersuchungen der Innerste. Unterlage I – Bearbeitungsgrundlagen. Unveröff. Gutachten im Auftrag von K+S AG. 101 S., Hardeggen.
- ECORING (2005 - 2024): Biologisch-ökologische Untersuchungen zur Abschätzung von Auswirkungen veränderter Salzeinleitungen auf die aquatische Flora und Fauna der Werra und Weser. Jahresberichte zum Monitoring - Hardeggen, Uslar.
- FREYHOF, J. (2009): Rote Liste der im Süßwasser produzierenden Neunaugen und Fische (Cyclostomata & Pisces).- Naturschutz und Biologische Vielfalt 70 (1): 291-316.
- HEBAUER, F. (1992): Rote Liste gefährdeter Wasserkäfer (Hydradeptera, Palpicornia, Dryopoidea') Bayerns. In: BAYERISCHES LANDESAMT FÜR UMWELTSCHUTZ (Hrsg.). – Schriftenreihe des Bayer. Landesamts f. Umweltschutz 111 (Beiträge zum Artenschutz 15): 110-115. München.
- HOCHWARTNER, O., E. LICEK & T. WEISSMANN (2008): Das ABC der Fischkrankheiten. 168 S., Graz, Stuttgart.
- HOFMANN, G.; LANGE-BERTALOT, H.; WERUM, M. & KLEE, R. (2018): Rote Liste und Gesamtartenliste der limnischen Kieselalgen (Bacillariophyta) Deutschlands. – In: Metzger, D.; Hofbauer, N.; Ludwig, G. & Matzke-Hajek, G. (Red.): Rote Liste gefährdeter Tiere, Pflanzen und Pilze Deutschlands, Band 7: Pflanzen. – Münster (Landwirtschaftsverlag). – Naturschutz und Biologische Vielfalt 70 (7): 601–708.
- HOLM, A. (1989): Ökologischer Bewertungsrahmen Fließgewässer (Bäche) für Naturräume der Geest und des Östlichen Hügellandes in Schleswig-Holstein. – Landesamt für Naturschutz und Landschaftspflege des Landes Schleswig-Holstein (Hrsg.), 1. Aufl.; 46 S. u. Anhang. Kiel.
- 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 SL7 1FD, UK
- LANUV, LANDESAMT FÜR NATUR, UMWELT UND VERBRAUCHERSCHUTZ NORDRHEIN-WESTFALEN (LANUV NRW), (2009): Benthische Algen ohne Diatomeen und Characeen : Bestimmungshilfe. Recklinghausen
- LAVES (2008): Vorläufige Rote Liste der Fische, Neunaugen, und Krebse in Niedersachsen (Stand 2008). Unveröff. Liste des LAVES, Dezernat für Binnenfischerei, 1 S. Hannover.
- LAVES (2010): Elektrofischungen von Abschnitten der Werra zwischen Breitungen und Creuzburg im Jahr 2009, Bericht über den Fischbestand der Werra unter Berücksichtigung der Einleitung von Kaliabwässern, Niedersächsisches Landesamt für Verbraucherschutz und Lebensmittelsicherheit Dezernat 34 – Binnenfischerei, Hannover: Zum download unter: <https://www.laves.niedersachsen.de/startseite/service/publikationen/informationsmaterial-des-dezernates-binnenfischerei-und-fischereikundlicher-dienst-112271.html>
- LAVES (2012): Elektrofischungen von Abschnitten der Werra zwischen Breitungen und Creuzburg im Jahr 2011, Bericht über den Fischbestand der Werra unter Berücksichtigung der Einleitung von Kaliabwässern, Niedersächsisches Landesamt für Verbraucherschutz und Lebensmittelsicherheit Dezernat 34 – Binnenfischerei, Hannover: Zum download unter: <https://www.laves.niedersachsen.de/startseite/service/publikationen/informationsmaterial-des-dezernates-binnenfischerei-und-fischereikundlicher-dienst-112271.html>

- LAVES (2016 ff): Elektrofischungen von Werra und Oberweser. Niedersächsisches Landesamt für Verbraucherschutz und Lebensmittelsicherheit, Dezernat Binnenfischerei – Fischereikundlicher Dienst, Hannover. (Einzelberichte der Jahre 2016 – 2021); download unter: <https://www.laves.niedersachsen.de/startseite/service/publikationen/informationsmaterial-des-dezernates-binnenfischerei-und-fischereikundlicher-dienst-112271.html>
- LAVES (2017): Potenziell natürliche Fischfauna der Innerste; Stand 2013. Dokument des LAVES - Niedersächsisches Landesamt für Verbraucherschutz und Lebensmittelsicherheit, Dezernat für Binnenfischerei, 1 S. Hannover.
- LAWA (1999): Gewässerbewertung – stehende Gewässer, Vorläufige Richtlinie für eine Erstbewertung von natürlich entstandenen Seen nach trophischen Kriterien 1998. – April 1999, ISBN 3-88961-225-3.
- MOSCH, E. C. (2008): Fischfaunistische Referenzerstellung und Bewertung der niedersächsischen Fließgewässer vor dem Hintergrund der EG Wasserrahmenrichtlinie. Zwischenbericht des LAVES, S. 1-47, Hannover.
- NLWKN (2011): Prioritätenlisten der Arten und Lebensraum- / Biotoptypen mit besonderem Handlungsbedarf. Strategiepapier des NLWKN - Niedersächsischer Landesbetrieb für Wasserwirtschaft, Küsten- und Naturschutz, 33 S. Norden.
- NLWKN (2016): Wasserkörperdatenblatt 20001 Innerste; Stand 2016. NLWKN - Niedersächsischer Landesbetrieb für Wasserwirtschaft, Küsten- und Naturschutz, 6 S. Norden.
- OBERFLÄCHENGEWÄSSERVERORDNUNG [OGewV] (2016): Oberflächengewässerverordnung vom 20. Juni 2016 (BGBl. I S. 1373), die zuletzt durch Artikel 2 Absatz 4 des Gesetzes vom 9. Dezember 2020 (BGBl. I S. 2873) geändert worden ist.
- PFISTER, P.; HOFMANN, G. & EHRENSPERGER, G. (2016): Fließgewässer – Phytobenthos: Überarbeitung des Trophie und Saprobiebewertungssystems nach ROTT et al. 1999, 1997 – BMLFUW, Wien.
- POTTGIEßER, T. (2018): Zweite Überarbeitung Steckbriefe der deutschen Fließgewässertypen.
- ROTT, E.; HOFMANN, G., PFISTER, P. & E. PIPP (1997): Indikationslisten für Aufwuchsalgen in österreichischen Fließgewässern, Teil 1: Saprobien Indikation. - Wasserwirtschaftskataster, Wien, herausgegeben vom Bundesministerium für Land- und Forstwirtschaft, ISBN 3-85 174-017-03.
- ROTT, E.; P. PFISTER; H. VAN DAM & E. PIPP (1999): Indikationslisten für Aufwuchsalgen in österreichischen Fließgewässern, Teil 2: Trophieindikation sowie geochemische Präferenz; Taxonomische und toxikologische Anmerkungen. - Wasserwirtschaftskataster, Wien, herausgegeben vom Bundesministerium für Land- und Forstwirtschaft, ISBN 3-85 174-25-4.
- RUNDER TISCH (2010): Empfehlung – Gewässerschutz Werra/Weser und Kaliproduktion. Leitung Runder Tisch, Kassel 09. Februar 2010
- SCHAUMBURG, J., SCHMEDTJE, U., SCHRANZ, C., KÖPF, B., SCHNEIDER, S., MEILINGER, P., STELZER, P., HOFMANN, G., GUTKOWSKI, A., FÖRSTER, J., (2004): Erarbeitung eines Bewertungsverfahrens für Fließgewässer und Seen im Teilbereich Makrophyten und Phytobenthos zur Umsetzung der EU WRRL, Schlussbericht. – Bundesministerium für Bildung und Forschung; Länderarbeitsgemeinschaft Wasser, Landesumweltamt Brandenburg, November 2004. [http://www.bayern.de/lfw/technik/gkd/lmn/fliessgewaesser\\_seen/pilot/pub\\_g.htm](http://www.bayern.de/lfw/technik/gkd/lmn/fliessgewaesser_seen/pilot/pub_g.htm)
- 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.
- SEITZ, G. & WEINZIERL, A. (1991): Köcherfliegen. In: Pfadenhauer, J.: Ökologische Zustandserfassung und Beweissicherung Untere Isar zwischen Ettling und Isarmündung (Zus.-fas.), Kap. 4.8. – Lehrge. Geobotanik, TU München, unveröff. Gutachten.: 57-60. Freising – Weihenstephan.
- SYDRO GMBH (2023): Berechnungen mit dem Flussgebietsmodell Leine, Projektnummer WBW 000907-22, Stand 23.03.2023
- ZIEMANN, H. (1999): Salzgehalt. – In: Tümping, W.V. & FRIEDRICH, G.: Biologische Gewässeruntersuchung. - G. Fischer Verlag Jena, Band 2, S.141, 545 pp.

## 7.2 Bestimmungsliteratur Makrozoobenthos

### 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
- REYNOLDSON, 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 *Corbicula fluminea* (Müller, 1774) (Bivalvia: Corbiculidae) in Europe. - American Malacological Bulletin, Vol. 10 (1): S. 39-49
- BOETERS, H. D. (1998): Mollusca: Gastropoda: Risssooidea. –in: Schwoerbel, J. & P. Zwick (Hrsg.): Süßwasserfauna von Mitteleuropa begr. von A. Brauer, Band 5/1-2, ISBN 3-437-25528-2.
- 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. (2002): Mollusca I - Süßwassergastropoden Nord- und Mitteleuropas. - In: F. Dahl: Die Tierwelt Deutschlands, 73 Teil, 1-327, ConchBooks, K. & Chr. Groh, Hackenheim
- 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 Gehäuseschnecken 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

#### **POLYCHAETA:**

- BICK, A. & GOSSELCK, F. (1985): Arbeitsschlüssel zur Bestimmung der Polychaeten der Ostsee. - Mitteilungen aus dem Zoologischen Museum in Berlin, Bd.61, H.2: 171-272
- FÜLLER, H. (1986): Annelida - Ringelwürmer. - In: Stresemann, E. (Hrsg.): Exkursionsfauna für die Gebiete der DDR und der BRD, Wirbellose I; Berlin, S. 235-289
- HARTMANN-SCHRÖDER, G. (1996): Annelida, Borstenwürmer, Polychaeta. - In: DAHL, F. (Hrsg.): Die Tierwelt Deutschlands 58, 2. neubearb. Auflage, S. 1- 648, Jena

#### **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
- KATHMAN, R.D. & R.O. BRINKHURST (1998): Guide to the Freshwater Oligochaetes of North America. - Aquatic Resources Center, P.O. Box 345, College Grove, Tennessee 37046. iv + 264 pp
- FÜLLER, H. (1986): Annelida - Ringelwürmer. - In: Stresemann, E. (Hrsg.): Exkursionsfauna für die Gebiete der DDR und der BRD, Wirbellose I; Berlin, S. 235-289
- 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, Tarmo (2009): A guide to the freshwater Oligochaeta and Polychaeta of Northern and Central Europe. - Lauterbornia 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): 1-161

#### **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.
- NEUBERT, E. & H. NESEMANN (1999): Annelida, Clitellata, Branchiobdellida, Acanthobdellida, Hirudinea. - in: Schwoerbel, J. & P. Zwick (Hrsg.): Süßwasserfauna von Mitteleuropa begr. von A. Brauer, Band 6/2, ISBN 3-8274-0927-6.
- 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

- CARAUȘU, S.; E. DOBRENAU & C. MANOLACHE (1953): Amphipoda forme salamastre si de aqua dulce. - In: Bodnariuc, N. & al. (eds.): Fauna republicii populare Romine 4 Crustacea 4: 1-407, Acad. Rep. Pop. Romine, Bucuresti (*ist nicht im Bestand !*)
- 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.
- EGGERS, T. O. & A. MARTENS (2001): Bestimmungsschlüssel der Süßwasser-Amphipoda (Crustacea) Deutschlands. – Lauterbornia 42, ISSN 0935-333-X.
- 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., SUTTCLIFFE, 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., SUTTCLIFFE, 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
- 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
- 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, ISBN 3-900 275-86-6.
- BELFIORE, C. (1983): Efemeroteri (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. (1983): A key to the adults of the British Ephemeroptera with notes on their ecology. - Freshwater Biological Association Scientific Publication No.47: 1-101
- HAYBACH, A. (1998): Die Eintagsfliegen (Insecta: Ephemeroptera) von Rheinland-Pfalz – Zoogeographie, Faunistik, Ökologie, Taxonomie und Nomenklatur unter besonderer Berücksichtigung der Familie Heptageniidae und unter Eibeziehung der übrigen aus Deutschland bekannten Arten. – Dissertation am Fachbereich der Johannes Gutenberg-Universität in Mainz, Mainz 1998.
- 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:**



- BELLMANN, H. (1993): Libellen: beobachten – bestimmen. – Naturbuchverlag Augsburg; ISBN 3-89440-107-9.
- 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.
- JURITZA, G. (1988): Welche Libelle ist das? – Kosmos Naturführer; ISBN 3-440-05846-8.

#### 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
- LILLEHAMMER, A. (1988): Stoneflies (Plecoptera) of Fennoscandia and Denmark. – Fauna Entomologica Scandinavica 21; ISBN 90 04 08695 1.

#### 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.
- HÖLZEL, H., WEISSMAIR, W. & W. SPEIDEL (2002): Insecta: Megaloptera, Neuroptera, Lepidoptera. –in: Schwoerbel, J. & P. Zwick (Hrsg.): Süßwasserfauna von Mitteleuropa begr. von A. Brauer, Band 15, 16, 17, ISBN 3-8274-1061-4.

#### COLEOPTERA:

- ANGUS, R. (1992): Insecta: Coleoptera: Hydrophilidae, Helophorinae. – in: Schwoerbel, J. & P. Zwick (Hrsg.): Süßwasserfauna von Mitteleuropa begr. von A. Brauer, Band 20/10-2, ISBN 3-437-30643-X.
- BERTHELEMY, C. & RIOLIS, 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.) (1965-1979): Die Käfer Mitteleuropas 1., 3, 6., 9 – Krefeld.
- HEBAUER, F. & KLAUSNITZER, B. (1998): Insecta: Coleoptera: Hydrophiloidea (exkl. Helophorus). –in: Schwoerbel, J. & P. Zwick (Hrsg.): Süßwasserfauna von Mitteleuropa begr. von A. Brauer, Band 20/7, 8, 9, 10-1, ISBN 343725488X.
- 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. (1991/1994): Die Larven der Käfer Mitteleuropas, 1. und 2. Goecke & Evers, Krefeld.
- 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, Riolut, Aptykophallus (Coleoptera: Dryopidae). - Beiträge zur Entomologie, 8 (1/2): 122-179
- VONDEL VAN B. & K. DETTNER (1997): Insecta: Coleoptera: Halipidae, Noteridae, Hygrobiidae. –in: Schwoerbel, J. & P. Zwick (Hrsg.): Süßwasserfauna von Mitteleuropa begr. von A. Brauer, Band 20/2, 3 und 4, ISBN 3-437-25238-0.

#### 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.- Fresh-water 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
- LECUREUIL, J.Y.; CHOVEL, 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. - Annls. Limnol. 19, (1): 17-24
- 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 (1997): Atlas der österreichischen Köcherfliegenlarven unter Einschluss der angrenzenden Gebiete. - Facultas-Univ.-Verlag, Wien, 286 S.
- WARINGER, J. & W. GRAF (2000): Atlas der österreichischen Köcherfliegenlarven unter Einschluss der angrenzenden Gebiete. - Facultas-Univ.-Verlag, Wien, Ergänzungen und Berichtigungen.
- 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): Blefaricariidi. - 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
- RIVOCCHI, 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.
- ROZKOSNY, R. & F.-W. KNIPEPT (2000): Insecta: Diptera: Stratiomyidae, Tabanidae. -in: Schwoerbel, J. & P. Zwick (Hrsg.): Süßwasserfauna von Mitteleuropa begr. von A. Brauer), Band 21/18, 19, ISBN 3-8274-0986-1.
- ROZKOSNY, R. & F. GREGOR (2003): Insecta: Diptera: Stratiomyidae, Tabanidae. -in: Schwoerbel, J. & P. Zwick (Hrsg.): Süßwasserfauna von Mitteleuropa begr. von A. Brauer), Band 21/29, ISBN 3-8274-1504-7.

### 7.3 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 Kieselalgen in Oberflächengewässern. EcoRing, Hardeggen, ISBN 3-9809922-0-9.
- FOGED, N. (1977): Freshwater Diatoms of Ireland. - J. Cramer Vaduz.
- GERMAIN, H.. (1981): Flore des Diatomées (Diatomees) eaux douces et saumâtres du Massif Armoricain et des contrées voisines d'Europe occidentale, Boubeé, Paris.
- HOFMANN, G., WERUM, M. & H. LANGE-BERTALOT (2013): Diatomeen im Süßwasser-Benthos von Mitteleuropa. - Bestimmungsflores Kieselalgen für die ökologische Praxis; Über 700 der häufigsten Arten und ihre Ökologie. 2. korrigierte Auflage. A.R.G. Ganther Verlag K.G. ISBN 978-3-87429-431-7.
- 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 (1986-2000): 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): Cymboplectra, Delicata, Navicymbula, Gomphocymbellopsis, Afrocybella. 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.

## 7.4 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 – Braunalgen, Rhodophyta – Rotalgen. With Keys for the Identification of Freshwater Brown- and Red-Algae mentioned in the Volume. – Flora Silesiaca, Tom 14. 444 S. + Anhänge. Warszawa, 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 Verlagbuchhandlung.
- 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 (auch für Herbarbelege bzw. Moosesexsikate):**
- 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.