

Erarbeitung einer Trophiekarte für Hessen
einschließlich statistischer Auswertungen
zu trophischen Belastungsfaktoren als Grundlage
für eine effiziente Maßnahmenplanung
an hessischen Gewässern

Masterarbeit

Dipl.-Ing. (FH) Nina Boxen

Oktober 2018

Aufgabenstellung für die Masterarbeit von
Frau Dipl.-Ing. (FH) Nina Boxen
Matrikelnummer 10008733

Erarbeitung einer Trophiekarte für Hessen einschließlich statistischer Auswertungen zu trophischen Belastungsfaktoren als Grundlage für eine effiziente Maßnahmenplanung an hessischen Gewässern

Im Jahr 2000 wurde die Wasserrahmenrichtlinie (WRRL) in der Europäischen Union verabschiedet. Das übergeordnete Ziel der WRRL ist der gute Zustand der europäischen Gewässer. Die maßgebliche Grundlage der Zustandsbewertung nach WRRL in Oberflächengewässern bilden vier biologische Qualitätskomponenten: „Phytoplankton“, „Makrozoobenthos“, „Fische“ und „Makrophyten & Phytobenthos“. Die Bewertung für die einzelne Qualitätskomponente erfolgt dabei durch den Vergleich der vorgefundenen Gesellschaft an der jeweiligen Messstelle mit der leitbildorientierten Referenz-Gesellschaft des jeweiligen Gewässertyps. Je nach Grad der Abweichung der vorgefundenen Gesellschaft zur Referenz-Gesellschaft erfolgt die Zuordnung in eine von fünf ökologischen Zustandsklassen. Zustandsklasse 1 repräsentiert dabei den sehr guten Zustand.

Für die Qualitätskomponente „Makrophyten & Phytobenthos“ wurde nach den Vorgaben der WRRL mit „PHYLIB“ ein bundesweit gültiges Bewertungsverfahren für die ökologische Qualität von Oberflächengewässern entwickelt. „Makrophyten & Phytobenthos“ werden dabei für Fließgewässer in die drei Teilkomponenten: „Makrophyten“, „Phytobenthos ohne Diatomeen“ und „Diatomeen“ unterteilt. Der „Trophie- bzw. Saprobienindex“ stellt eins von vier Modulen zur Berechnung der Teilkomponente „Diatomeen“ dar. Die Berechnung fußt auf dem Indikationssystem nach Rott et al. (1999, 1997), und damit auf nunmehr 20 Jahre alten Indikationslisten und artspezifischen Trophie- und Saprobiewerten. In der Zwischenzeit haben sich sowohl die Taxonomie als auch das autökologische Wissen über die Arten deutlich verändert und erweitert. So legten Pfister et al. (2016) eine Überarbeitung des Trophie- und Saprobie-Bewertungssystems nach Rott et al. (1999, 1997) vor, das neben einer aktualisierten Indikationsliste angepasste bzw. neudefinierte artspezifischen Trophie- und Saprobiewerte einschließlich der dazugehörigen Gewichtungen umfasst.

Ziel der Masterarbeit von Frau Boxen ist es, die neuen Erkenntnisse aus dem überarbeiteten Trophie-Bewertungssystem nach Pfister et al. (2016) an den hessischen Diatomeenaufnahmen aus den Jahren 2005 bis 2016 anzuwenden. Unter dem Aspekt der länderspezifischen Bewertung sollen dabei anhand der hessischen Diatomeenaufnahmen die typspezifischen Trophieindexklassengrenzen überprüft und falls notwendig für Hessen angepasst werden.

Die überprüften und gegebenenfalls angepassten Trophieindexklassengrenzen dienen im Weiteren als Ausgangspunkt für die Erarbeitung einer ersten landesweiten Trophiekarte für Hessen, die das Ausmaß der Eutrophierung der Fließgewässer abbildet und als Grundlage für die künftige hessische Maßnahmenplanung bezüglich der trophischen Belastung dienen soll.

Ein weiteres Ziel dieser Arbeit ist die statistische Auswertung in Hinblick auf Korrelationen der trophischen Situation mit chemisch-physikalischen Faktoren wie zum Beispiel orthoPhosphat und mit Standortfaktoren wie zum Beispiel „Grad der Beschattung“. Das Vorhandensein bzw. Nicht-Vorhandensein von Korrelation kann zur Identifikation von Belastungsfaktoren herangezogen und somit unterstützend für eine effiziente Maßnahmenplanung eingesetzt werden.

Die Masterarbeit wird in enger Abstimmung und mit Unterstützung durch das Hessische Landesamt für Naturschutz, Umwelt und Geologie (Ansprechpartnerin: Frau Dr. Banning) durchgeführt. Die Ergebnisse sind ausführlich und nachvollziehbar darzustellen und zu diskutieren.

Die Arbeit ist in dreifacher Ausfertigung und in digitaler Form vorzulegen. Es ist eine eidesstattliche Versicherung abzugeben, dass die Arbeit selbständig angefertigt und nur die angegebenen Quellen und Hilfsmittel verwendet wurden. Die Ergebnisse sind in einem Kolloquium mit einem kurzen Vortrag von 20 Minuten Dauer vorzustellen.

Literatur:

- Pfister, P., Hofmann, G. und Ehrensperger G. (2016): Fließgewässer-Phytobenthos - Überarbeitung des Trophie- und Saprobie-Bewertungssystems nach Rott et al. 1999, 1997. Bundesministerium für Land- und Forstwirtschaft, Umwelt und Wasserwirtschaft (BMLFUW) Österreichs (Hrsg.), 131 S.*
- Rott, E., Hofmann, G., Pall, K., Pfister, P. und Pipp, E. (1997): Indikationslisten für Aufwuchsalgen. Teil 1: Saprobien Indikation. Bundesministerium für Land- und Forstwirtschaft Wien (Hrsg.), 73 S.*
- Rott, E., Pfister, P., van Dam, H., Pall, K., Pipp, E., Binder, N. und Ortler, K. (1999): Indikationslisten für Aufwuchsalgen. Teil 2: Trophieindikation, geochemische Reaktion, toxikologische und taxonomische Anmerkungen. Bundesministerium für Land- und Forstwirtschaft Wien (Hrsg.), 248 S.*

Ausgabetermin: 03.04.2018

Abgabetermin: 02.10.2018

Hannover, den 03.04.2018

PD Dr.-Ing. habil. Christine Helmer-Madhok

1. Gutachter: PD Dr.-Ing. habil. Christine Helmer-Madhok
2. Gutachter: Prof. Dr. Thomas Schmid

Die vorliegende Arbeit wurde unter der Betreuung von Dr. Mechthild Banning im Hessischen Landesamt für Naturschutz, Umwelt und Geologie in Wiesbaden durchgeführt.

Inhaltsverzeichnis

Abbildungsverzeichnis	IX
Tabellenverzeichnis	XIII
Gleichungsverzeichnis.....	XVII
Abkürzungsverzeichnis	XIX
1 Einleitung.....	1
2 Diatomeen.....	3
2.1 Systematik und Morphologie der Diatomeen – Klasse der Bacillariophyceae	3
2.2 Fortpflanzung der Diatomeen.....	5
2.3 Vorkommen, Lebensweise und ökologische Bedeutung der Diatomeen	6
2.4 Prägende Umweltfaktoren einer Diatomeengesellschaft.....	9
2.5 Diatomeen als Bioindikatoren und bestehende Indikationssysteme.....	15
3 Bewertung der Fließgewässer anhand der benthischen Diatomeen nach der EU-WRRL	19
3.1 Bewertungsverfahren PHYLIB	19
3.2 Bewertung der Teilkomponente Diatomeen nach PHYLIB.....	21
3.2.1 Diatomeen-Typologie für Fließgewässer	21
3.2.2 Bewertungsmodul „Nährstoffbewertung“	24
3.2.3 Bewertungsmodul „Artenzusammensetzung und Abundanz“	26
3.2.4 Bewertungsmodul „Halobienindex“.....	28
3.2.5 Bewertungsmodul „Versauerungsanzeiger“	30
3.2.6 Gesamtbewertung der Teilkomponente Diatomeen „Diatomeenindex“	31
4 Einordnung in den Forschungsstand.....	35
5 Material und Methoden	39
5.1 Datengrundlage: Umfang und Struktur.....	39
5.1.1 Datensatz: Biologie inklusive Stammdaten.....	39
5.1.2 Datensatz: Struktur und Landnutzung	44
5.1.3 Datensatz: Chemie	49

5.2	Statistische Auswertung	51
6	Ergebnisse und Diskussion	55
6.1	Trophiebewertung	55
6.1.1	Berechnung der Trophieindizes nach Rott et al. (1999) und Pfister et al. (2016).....	55
6.1.2	Trophieindexklassengrenzen für die ökologische Zustandsbewertung im bestehenden System nach Rott et al. (1999)	57
6.1.3	Das neue System nach Pfister et al. (2016).....	67
6.1.4	Trophieindexklassengrenzen für die ökologische Zustandsbewertung im neuen System nach Pfister et al. (2016)	73
6.1.5	Fazit zur Trophiebewertung und Empfehlungen.....	79
6.2	Statistische Analysen	81
6.2.1	Vorarbeiten.....	81
6.2.2	Korrelationsanalysen zwischen den Bewertungsindizes der Teilkomponente Diatomeen und dem Datensatz „Struktur- und Landnutzung“	81
6.2.3	Korrelationsanalysen zwischen den Bewertungsindizes der Teilkomponente Diatomeen und dem Datensatz „Chemie“	85
6.2.4	Korrelationsanalysen zwischen den Bewertungsindizes der Teilkomponente Diatomeen untereinander	101
6.2.5	Fazit zu den statistischen Analysen und Empfehlungen	103
6.3	Trophiekarte	106
6.3.1	Grundlagen und Vorgehensweise zur Erstellung der Trophiekarte	106
6.3.2	Kartografische Darstellung einschließlich Bewertung der trophischen Situation in Hessen.....	112
6.3.3	Analyse der bewerteten trophischen Situation	114
6.3.4	Fazit zur Auswertung der Trophiekarte und Empfehlungen	118
7	Zusammenfassung	121
	Literaturverzeichnis	125
	Anhang	137
	Eidesstattliche Versicherung	169

Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1: Zeitliche Entwicklung der Belastungsfaktoren von Fließgewässern	2
Abbildung 2: Systematische Gliederung der Diatomeen	3
Abbildung 3: Morphologische Grundform der Centrales (links) und der Pennales (rechts)	4
Abbildung 4: Schematischer Aufbau einer Diatomeenzelle (Frustel)	4
Abbildung 5: Diatomeen mit unterschiedlichen Raphen als Erkennungsmerkmal der Pennales:	5
Abbildung 6: Schema der asexuellen Fortpflanzung	6
Abbildung 7: Gallertstiel als Wuchsform	7
Abbildung 8: Wuchsformen benthischer Algen auf bzw. in unterschiedlichen Substraten	8
Abbildung 9: Prägende Umweltfaktoren einer Diatomeen-Taxozönose und das darauf basierende Wirkungsprinzip der Bioindikation	9
Abbildung 10: Toleranzkurve eines Organismus in Abhängigkeit zu der Intensität eines Umweltfaktors	15
Abbildung 11: Schematische Darstellung der Ermittlung des Diatomeenindex _{Fließgewässer} und der ökologischen Zustandsklasse für die Teilkomponente Diatomeen	33
Abbildung 12: Verteilung der 1.110 Diatomeen-Messstellen über Hessen - Stand 2016 ..	41
Abbildung 13: Verteilung der Diatomeenaufnahmen auf die neun hessischen Fließgewässertypen	42
Abbildung 14: Verteilung der Diatomeenaufnahmen auf die Diatomeentypen	44
Abbildung 15: Verteilung der Diatomeenaufnahmen auf die Gewässergröße	44
Abbildung 16: Verteilung der 1.676 Untersuchungsbereiche auf die Gewässerstrukturgüteklassen für den Parameter Gesamtstrukturgüte	46
Abbildung 17: Verteilung der 1.676 Untersuchungsbereiche auf die Habitatindexklassen für den Parameter Habitatindex	47
Abbildung 18: Verteilung der 1.676 Untersuchungsbereiche auf die Landnutzungsindexklassen für die Parameter LUI_100_500 und LUI_500_5000	49
Abbildung 19: Übersicht über die kombinierten Chemie- und Diatomeenmessstellen mit einem sinnvollen räumlichen Bezug	50
Abbildung 20: Beispiel für ein Box-Whisker-Plot mit seinen Kennwerten anhand der Zahlen 1 bis 1.000	53
Abbildung 21: Vergleich der mittels Excel und PHYLIB berechneten Trophieindizes	56

Abbildung 22: Verteilungen der hessischen Diatomeenaufnahmen auf die einzelnen ökologischen Zustandsklassen nach den vier Bewertungssystemen im System nach Rott et al. (1999):	65
Abbildung 23: Vergleich der Zustandsbewertungen der beiden neuen Bewertungssysteme „Rott NEU/D5 a)“ und „Rott NEU/D5 b)“	66
Abbildung 24: Zusammenhang zwischen den Trophieindizes nach Rott et al. (1999) und Pfister et al. (2016)	69
Abbildung 25: Zusammenhang zwischen den Trophieindizes nach Rott et al. (1999) und Pfister et al. (2016) für die hessischen Diatomeenaufnahmen (n = 1.676) – logarithmische Regression	70
Abbildung 26: Verteilungen der hessischen Diatomeenaufnahmen auf die einzelnen ökologischen Zustandsklassen nach den Bewertungssystemen „Rott 2012“ und „Rott NEU/D5 b)“ jeweils unter der Verwendung der Trophieindizes nach Pfister et al. (2016) und der nach Rott et al. (1999) ..	72
Abbildung 27: Verteilungen der hessischen Diatomeenaufnahmen auf die einzelnen ökologischen Zustandsklassen nach den unterschiedlich abgeleiteten Bewertungssystemen für das System Pfister et al. (2016) und nach den überarbeiteten Bewertungssystemen „Rott NEU/D5 a)“ und „Rott NEU/D5 b)“ für das System Rott et al. (1999) sowie das derzeit gültige Bewertungssystem „Rott 2012“:	77
Abbildung 28: Ergebnisse der Korrelationsberechnungen als gruppierte Säulen: Trophie- und Saprobienindex nach Rott et al. (1997, 1999) und Pfister et al. (2016) sowie die Referenzartensumme in Abhängigkeit der Hauptparameter der Gewässerstrukturgüte, der Gesamtstrukturgüte, der Teilkomponenten des Habitatindex, des Habitatindex und weiteren klassifizierten Parametern.....	83
Abbildung 29: Box-Plot: Verteilung der Trophieindizes nach Pfister et al. (2016) in Abhängigkeit zu der Beschattung der Gewässersohle (n = 633).....	85
Abbildung 30: Ergebnisse der Korrelationsberechnungen als gruppierte Säulen: Trophie- und Saprobienindex nach Rott et al. (1997, 1999) und Pfister et al. (2016) sowie der Halobienindex nach Ziemann (1999) in Abhängigkeit der Parameter Wassertemperatur, Sauerstoffgehalt, TOC und pH-Wert für die jeweiligen 10%-, 25%-, 75%- und 90%-Perzentile sowie Mediane und arithmetischen Mittelwerte.....	87
Abbildung 31: Box-Plots: Trophieindex nach Rott et al. (1999) (links) und Pfister et al. (2016) (rechts) in Abhängigkeit zu den Jahresmittelwerten der Wassertemperatur (n = 204).....	88

Abbildung 32: Ergebnisse der Korrelationsberechnungen als gruppierte Säulen: Trophie- und Saprobienindex nach Rott et al. (1997, 1999) und Pfister et al. (2016) sowie der Halobienindex nach Ziemann (1999) in Abhängigkeit der Parameter Leitfähigkeit, Chlorid, Sulfat, Kalium und Magnesium für die jeweiligen 10%-, 25%-, 75%- und 90%-Perzentile sowie Mediane und arithmetischen Mittelwerte	93
Abbildung 33: Box-Plots: Halobienindex nach Ziemann (1999) (links) und Pfister et al. (2016) (rechts) in Abhängigkeit zu den Jahresmittelwerten der Chloridkonzentrationen (n = 228)	94
Abbildung 34: Ergebnisse der Korrelationsberechnungen als gruppierte Säulen: Trophie- und Saprobienindex nach Rott et al. (1997, 1999) und Pfister et al. (2016) sowie der Halobienindex nach Ziemann (1999) in Abhängigkeit der Parameter Nitrit- und Ammonium-Stickstoff für die jeweiligen 10%-, 25%-, 75%- und 90%-Perzentile sowie Mediane und arithmetischen Mittelwerte.....	97
Abbildung 35: Ergebnisse der Korrelationsberechnungen als gruppierte Säulen: Trophie- und Saprobienindex nach Rott et al. (1999, 1997) und Pfister et al. (2016) sowie der Halobienindex nach Ziemann (1999) und die Referenzartensumme in Abhängigkeit der Parameter Gesamt-Phosphor und ortho-Phosphat für die jeweiligen 10%-, 25%-, 75%- und 90%-Perzentile sowie Mediane und arithmetischen Mittelwerte.....	99
Abbildung 36: Box-Plots: Trophieindex nach Rott et al. (1999) (links) bzw. Pfister et al. (2016) (rechts) in Abhängigkeit zu den Jahresmittelwerten der Gesamt-Phosphor- und ortho-Phosphatkonzentrationen (n = 186 bzw. n = 223)..	100
Abbildung 37: Verteilung der Diatomeenaufnahmen auf die einzelnen Untersuchungsjahre sowie die Häufigkeit der Beprobung einer Messstelle	107
Abbildung 38: Verteilung der 1.1100 Diatomeenaufnahmen auf die einzelnen Untersuchungsjahre, die für die Erstellung der Trophiekarte ausgewählt wurden	108
Abbildung 39: Prinzip für die Übertragung der Bewertungsergebnisse auf einzelne Gewässerabschnitte am Beispiel zweier bewerteter Messstellen mit unterschiedlich zugewiesenem Diatomeentyp.....	110
Abbildung 40: Prinzip für die Übertragung der Bewertungsergebnisse auf die Oberläufe zur Erstellung der Trophiebänder.....	111
Abbildung 41: Trophiekarte 2016: Gesamtüberblick über die trophische Belastungssituation der hessischen Fließgewässer	112

Abbildung 42: Prozentuale Verteilung der bewerteten Gewässerabschnitte auf die ökologischen Zustandsklassen	113
Abbildung 43: Verteilung nach unterschiedlich hohen Anteilen an:	114
Abbildung 44: Gegenüberstellung der prozentualen Anteile saprobiell und trophisch belasteter Gewässerabschnitte innerhalb eines Wasserkörpers (n = 431)	115
Abbildung 45: Prozentualer Anteil landwirtschaftlicher Flächen (links) (n = 377) und bewaldeter Flächen (rechts) (n = 377) in Abhängigkeit zu den prozentualen Anteilen trophisch belasteter Gewässerabschnitte innerhalb eines Wasserkörpers	116
Abbildung 46: Prozentualer Abwasseranteil bei MNQ (einschließlich oberliegender Wasserkörper) in Abhängigkeit zu den prozentualen Anteilen trophisch belasteter Gewässerabschnitte innerhalb eines Wasserkörpers (n = 377)	117
Abbildung 47: Prozentuale Anteile trophisch belasteter Gewässerabschnitte innerhalb eines Wasserkörpers in Abhängigkeit zu der anhand der Fische (links; n = 346) und des Makrozoobenthos (rechts; n = 409) ermittelten ökologischen Zustandsklasse eines Wasserkörpers	118

Tabellenverzeichnis

Tabelle 1: Diatomeen-basierte Indikationssysteme für Fließgewässern	17
Tabelle 2: Indikationseignung der drei Teilkomponenten der Qualitätskomponente "Makrophyten und Phytobenthos"	20
Tabelle 3: Biozönotische Diatomeen-Typologie Deutschlands	22
Tabelle 4: Abgleich der Diatomeen-basierten Typologie mit der Fließgewässertypologie von Pottgiesser und Sommerhäuser (2008) für die in Hessen vorkommenden Typen	23
Tabelle 5: Typspezifische Indexgrenzen der ökologischen Zustandsklassen für den Trophie- und Saprobienindex.....	26
Tabelle 6: Wertebereiche der ökologischen Zustandsklassen für die Referenzartensumme (links) sowie die vorzunehmende Abwertung der Referenzartensumme bei einem Massenvorkommen einer einzelnen typspezifischen Referenzart (> 40%) in Fließgewässern der Mittelgebirge und des Norddeutschen Tieflandes (rechts).....	27
Tabelle 7: Überführung der prozentualen Häufigkeiten in Abundanzwerte	29
Tabelle 8: Abstufungsgrade der ermittelten ökologischen Zustandsklasse aufgrund anthropogener Versauerung	31
Tabelle 9: Bestimmungsschlüssel zur Ermittlung des Diatomeentyps in Hessen auf Grundlage der LAWA-Fließgewässertypologie - Ökoregion Mittelgebirge	43
Tabelle 10: Übersicht über die zusammengestellten Struktur- und Landnutzungsdaten...	45
Tabelle 11: Trübungs- und Beschattungsskala	46
Tabelle 12: Bewertungsklassen für den Landnutzungsindex.....	48
Tabelle 13: Übersicht über die ausgewählten allgemeinen physikalisch-chemischen Parameter der fünf Qualitätskomponenten Temperaturverhältnisse, Sauerstoffhaushalt, Salzgehalt, Versauerungszustand und Nährstoffverhältnisse	51
Tabelle 14: Typspezifische Wertebereiche der ökologischen Zustandsklassen für das Bewertungsmodul "Trophieindex" im System nach Rott et al. (1999).....	57
Tabelle 15: Geringste indizierte Trophien für die in Hessen vorkommenden Diatomeentypen auf Basis der zehn geringsten Indexwerte des hessischen Datensatzes	60
Tabelle 16: Typspezifische Wertebereiche der ökologischen Zustandsklassen für das Teilmodul „Saprobie“ der Qualitätskomponente „Makrozoobenthos“ aus dem Bewertungsverfahren PERLODES (Version 4.0.4)	61
Tabelle 17: Score-Werte der ökologischen Zustandsklassen für die Wertennormierung	62

Tabelle 18: Typspezifische obere und untere Ankerpunkte	63
Tabelle 19: Überarbeitete Wertebereiche der ökologischen Zustandsklassen für das Bewertungsmodul "Trophieindex" im System nach Rott et al. (1999)	64
Tabelle 20: Geringste indizierte Trophien für die in Hessen vorkommenden Diatomeentypen, auf Basis der zehn geringsten Indexwerte:	67
Tabelle 21: Unterschiedlich abgeleitete Bewertungssysteme für das System nach Pfister et al. (2016).....	74
Tabelle 22: Übersicht über die geprüften und bewerteten Varianten mit unterschiedlichen Trophieindexklassengrenzen für die ökologische Zustandsbewertung im bestehenden System nach Rott et al. (1999) und im neuen System nach Pfister et al. (2016).....	80
Tabelle 23: Ergebnisse der Korrelationsberechnungen zwischen den Bewertungsindizes der Teilkomponente Diatomeen und den Indizes bzw. Klassen der Struktur- und Landnutzungsdaten.....	82
Tabelle 24: Ergebnisse der Korrelationsberechnungen zwischen den Bewertungsindizes der Teilkomponente Diatomeen und den Parametern der Qualitätskomponenten Temperaturverhältnisse, Sauerstoffhaushalt und Versauerungszustand.....	86
Tabelle 25: Ergebnisse der Korrelationsberechnungen zwischen den Bewertungsindizes der Teilkomponente Diatomeen und den Parametern der Qualitätskomponente Salzgehalt sowie den Metallionen Kalium und Magnesium	91
Tabelle 26: Ergebnisse der Korrelationsberechnungen zwischen den Bewertungsindizes der Teilkomponente Diatomeen und den Parametern der Qualitätskomponente Nährstoffverhältnisse in Bezug zum Stickstoff.....	96
Tabelle 27: Ergebnisse der Korrelationsberechnungen zwischen den Bewertungsindizes der Teilkomponente Diatomeen und den Parametern der Qualitätskomponente Nährstoffverhältnisse in Bezug zum Phosphor.....	98
Tabelle 28: Ergebnisse der Korrelationsberechnungen zwischen den Bewertungsindizes der Teilkomponente Diatomeen untereinander	101
Tabelle 29 : Anzahl bzw. Anteil signifikanter Korrelationen für die einzelnen Bewertungsindizes der Teilkomponente Diatomeen	103
Tabelle 30: Farbgebung für die fünf ökologischen Zustandsklassen.....	108
Tabelle 31: Diatomeentypmittlung der einzelnen Gewässerabschnitte anhand der bereits zugewiesenen Makrozoobenthostypen	110
Tabelle 32: Ergebnisse der Berechnungen und Bewertungen für die hessischen Diatomeenaufnahmen nach den unterschiedlichen Klassengrenzen im	

System Rott et al. (1999) und Pfister et al. (2016) mittels des Programms Microsoft Excel 2016 und der Auswertungssoftware PHYLIB (Version 5.3) .	137
Tabelle 33: Gewässertypspezifische Bewertung der hessischen Fließgewässer im Längsverlauf auf Grundlage des Trophieindex nach Pfister et al. (2016), aufgelistet nach Wasserkörpern; Stand: 2016.....	158
Tabelle 34: Prozentualer Anteil saprobiell und trophisch belasteter Gewässerabschnitte (ÖZKL 3, 4 & 5) innerhalb der einzelnen Wasserkörper; Stand: 2016	163

Gleichungsverzeichnis

Gleichung 1: Berechnung des Trophieindex nach Rott et al. (1999).....	24
Gleichung 2: Berechnung des Saprobienindex nach Rott et al. (1997)	25
Gleichung 3: Berechnung des Halobienindex nach Ziemann (1999).....	28
Gleichung 4: Umrechnung des Trophieindex nach Rott et al. (1999) auf eine Skala von 0 bis 1	31
Gleichung 5: Umrechnung des Saprobienindex nach Rott et al. (1997) auf eine Skala von 0 bis 1	31
Gleichung 6: Umrechnung der Referenzartensumme auf eine Skala von 0 bis 1	32
Gleichung 7: Berechnung des DiatomeenindexFließgewässer für die Diatomeentypen D 1 bis D 12.....	32
Gleichung 8: Berechnung des DiatomeenindexFließgewässer für den Diatomeentyp D 13.....	32
Gleichung 9: Berechnung des Habitatindex HI.....	47
Gleichung 10: Berechnung des Landnutzungsindex nach Böhmer et al. (2004).....	48
Gleichung 11: Wertennormierung auf das einheitliche Intervall [0;1].....	62

Abkürzungsverzeichnis

ACP	allgemein physikalisch-chemische Parameter
ATV-DVWK	Abwassertechnische Vereinigung – Deutscher Verband für Wasserwirtschaft und Kulturbau e.V.
Aufl.	Auflage
BMBF	Bundesministerium für Bildung und Forschung
BWP	Bewirtschaftungsplan
bzw.	beziehungsweise
CO ₂	Kohlendioxid
CO ₃ ²⁻	Carbonationen
D	Diatomeen
d.h.	das heißt
DI _{FG}	Diatomeenindex _{Fließgewässer}
DIN	Deutsches Institut für Normung
EU	Europäische Union
EZG	Einzugsgebiet
GDCh	Gesellschaft Deutscher Chemiker
H	Halobienindex
HI	Habitatindex
HCO ₃ ⁻	Hydrogencarbonationen
H ₂ CO ₃	Kohlensäure
H ₃ O ⁺	Hydroniumionen
HLNUG	Hessische Landesamt für Naturschutz, Umwelt und Geologie
HMULV	Hessisches Ministerium für Umwelt, ländlichen Raum und Verbraucherschutz
HMUKLV	Hessisches Ministerium für Umwelt, Klimaschutz, Landwirtschaft und Verbraucherschutz
HP	Hauptparameter
Hrsg.	Herausgeber
LAWA	Bund/Länderarbeitsgemeinschaft Wasser
LUI	Landnutzungsindex
Max.	Maximalwert
Med.	Median
Min.	Minimalwert
MPI	Makrophyten-Phytobenthos-Index
MZB	Makrozoobenthos

Abkürzungsverzeichnis

NaCl	Natriumchlorid
o.a.	oben angeführt
OAP	Oberer Ankerpunkt
OGewV	Oberflächengewässerverordnung
ÖZKL	ökologische <u>Z</u> ustands <u>k</u> lasse
PHYLIB	Makrophyten und Phytobenthos für eine leitbildbezogene Bewertung
PoD	Phytobenthos ohne Diatomeen
r	Korrelationskoeffizient; hier: nach Pearson
RAS	Referenzartensumme
S.	Seite
SI	Saprobienindex
Struka	Strukturgütekartierung
TI	Trophieindex
TOC	Gesamter organisch gebundener Kohlenstoff (<u>t</u> otal <u>o</u> rganic <u>c</u> arbon)
TP	Gesamtphosphor (<u>t</u> otal <u>p</u> hosphor)
u.a.	unter anderem
UAP	Unterer Ankerpunkt
UBA	Umweltbundesamt
Vgl.	Vergleiche
WK	Wasserkörper
WRRL	Wasserrahmenrichtlinie
z.B.	zum Beispiel
°C	Grad Celsius
%	Prozent
l	Liter
mg	Milligramm

1 Einleitung

Die am 22. Dezember 2000 in Kraft getretene EU-Wasserrahmenrichtlinie (EU-WRRL) formuliert in Artikel 4 als Umweltziel für alle Oberflächenwasserkörper den sogenannten guten Zustand. Der gute Zustand umfasst dabei den guten ökologischen und den guten chemischen Zustand der Oberflächengewässer. Die EU-WRRL fordert damit als wesentliches Instrument die ökologische Bewertung von Oberflächengewässern mittels biologischer Qualitätskomponenten. Für die Kategorie der Fließgewässer erfolgt die ökologische Bewertung anhand der folgenden vier biologischen Qualitätskomponenten:

- 1) Phytoplankton,
- 2) Makrophyten und Phytobenthos (benthische Gewässerflora),
- 3) Benthische wirbellose Fauna und
- 4) Fischfauna.

Gemäß den Begriffsbestimmungen nach Anhang V der EU-WRRL ist der gute ökologische Zustand durch geringe anthropogene Abweichungen in den abiotischen und biotischen Verhältnissen gegenüber den Verhältnissen bei Abwesenheit störender Einflüsse für den betreffenden Oberflächengewässertyp (Referenzbedingungen) gekennzeichnet. In Hinblick auf den guten ökologischen Zustand für die biologische Qualitätskomponente „Makrophyten und Phytobenthos“ bedeutet dies geringfügige Abweichungen in der Zusammensetzung der makrophytischen und phytobenthischen Gemeinschaft sowie der Abundanzen der Arten im Vergleich zu der typspezifischen Referenzgemeinschaft (Referenzbiozönose), die sich unter Referenzbedingungen ausbildet. Eine WRRL-konforme Bewertung des ökologischen Zustands hat dementsprechend durch den Abweichungsgrad der vorgefundenen Artenzusammensetzung und ihrer Abundanzen zu der gewässertypspezifischen Referenzbiozönose zu erfolgen (Europäische Union 2000).

Die zum in Kraft treten der EU-WRRL bestehenden Bewertungsverfahren wie z.B. die saprobiologische Gewässergütebeurteilung genügten nicht den Anforderungen einer integrierten, leitbild- sowie gewässertypbezogenen Bewertung nach der EU-WRRL. Es mussten demzufolge Bewertungsverfahren angepasst bzw. neu entwickelt werden (Schmedtje et al. 2001).

Diatomeen (Kieselalgen) werden bereits seit über 150 Jahren aufgrund ihrer Formschönheit untersucht, so dass das Wissen über ihre ökologischen Umweltansprüche umfangreich ist. Sie bieten sich daher als ideale Bioindikatoren in Gewässern zur Beurteilung der Wasserqualität an. Jedoch wurden erst in den letzten Jahrzehnten Indikationsverfahren zur Bewertung der Trophieverhältnisse entwickelt (Schönfelder 2014; Schmedtje et al. 1998; Coring et al. 1999; Rott et al. 1999). Dies ist der Tatsache geschuldet, dass zu-

nächst das Hauptaugenmerk auf der Entwicklung von Verfahren zur Ermittlung der organischen Belastung (Abwasserbelastung; Kolkwitz und Marsson 1908; Lange-Bertalot 1978) lag. Durch die seit den 1970er Jahren durchgeführten Sanierungsmaßnahmen im Abwasserbereich konnte die saprobielle Belastung erheblich reduziert werden, so dass die trophischen Belastungen vermehrt in den Fokus gerückt wurden und aktuell einen wesentlichen Beeinträchtigungsfaktor für den guten Zustand der Gewässer darstellen (siehe Abbildung 1).

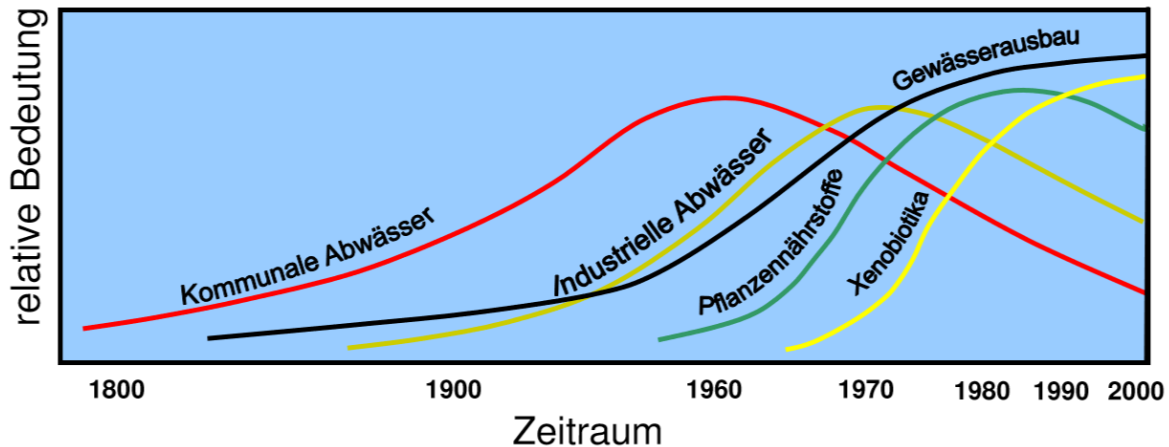


Abbildung 1: Zeitliche Entwicklung der Belastungsfaktoren von Fließgewässern (Borchardt 1998 in Braukmann und Haaß 2012)

Trophie ist dabei als die Intensität der photoautotrophen Primärproduktion im Gewässer definiert (DIN 4049 Teil 2). Diatomeen als photoautotrophe Organismen (Primärproduzenten) können also unmittelbar die trophischen Verhältnisse wiedergeben. Die in Österreich entwickelten Indikationslisten für benthische Algen und die darauf beruhende Trophie- sowie Saprobiebewertung (Trophie- und Saprobienindex nach Rott et al. (1997, 1999)) hat als Bewertungsmodul „Trophie- und Saprobienindex“ der Teilkomponente „Diatomeen“ der biologischen Qualitätskomponente „Makrophyten und Phytobenthos“ Eingang in die nach der EU-WRRL geforderte ökologische Zustandsbewertung gefunden.

Bevor diese Masterarbeit mit ihren in der Aufgabenstellung formulierten Zielen in den aktuellen Forschungsstand eingeordnet wird, werden für das allgemeine Verständnis zunächst in Kapitel 2 die Systematik sowie die Biologie der Diatomeen einschließlich ihrer Eignung als Bioindikatoren eingehend vorgestellt. Anschließend wird in Kapitel 1 das bestehende Bewertungssystem anhand der benthischen Diatomeen erläutert. Darauf aufbauend erfolgt dann in Kapitel 1 die Einordnung in den Forschungsstand.

2 Diatomeen

Dieses Kapitel soll einen Einblick in die Welt der Diatomeen geben. Hierzu werden zunächst die Systematik und die Morphologie der Diatomeen (Abschnitt 2.1) vorgestellt. Anschließend geht Abschnitt 2.2 kurz auf die Fortpflanzung der Diatomeen ein. Abschnitt 2.3 beschäftigt sich mit der Verbreitung, der Lebensweise und der ökologischen Bedeutung der Diatomeen. Danach werden die ökologischen Ansprüche von Diatomeen bzw. die prägenden Umweltfaktoren einer Diatomeengesellschaft (Abschnitt 2.4) näher betrachtet. In Abschnitt 2.5 wird erläutert, warum sich Diatomeen als Bioindikatoren eignen. Abschließend werden die wichtigsten bestehenden Indikationssysteme für Fließgewässer benannt.

2.1 Systematik und Morphologie der Diatomeen – Klasse der Bacillariophyceae

Bei Diatomeen handelt es sich um einzellige, eukaryotische und überwiegend photoautotrophe Algen. Sie stellen die artenreichste Gruppe der Algen dar und sind als einzige Algengruppe in der Lage amorphe Kieselsäure ($\text{SiO}_2 \cdot n\text{H}_2\text{O}$, Siliziumdioxid) in ihre Zellwände einzubauen. Die kieselensäurehaltigen Zellwände sind damit das wichtigste Merkmal der Diatomeen. Der deutsche Name „Kieselalgen“ leitet sich daher von der Kieselsäure ab. Zudem zeichnen sich die Diatomeen durch goldbraun gefärbte Chloroplasten aus. Die goldbraune Färbung geht dabei auf das Pigment Fucoxanthin zurück (Round et al. 1990; Mann 1999; Battarbee et al. 2001; van den Hoek et al. 1993; Gutowski et al. 2011).

Im Reich der Eucarya bilden die Diatomeen in der Abteilung der Heterokontophyta eine eigene Klasse, die wissenschaftlich Bacillariophyceae genannt wird. Die Klasse der Bacillariophyceae lässt sich aufgrund ihrer Schalenmorphologie systematisch in zwei Ordnungen gliedern (Round et al. 1990; van den Hoek et al. 1993; Gutowski et al. 2011):

- 1) Ordnung der Centrales und
- 2) Ordnung der Pennales.

Die Systematik der Diatomeen ist in Abbildung 2 dargestellt. Zudem sind für beide Ordnungen exemplarisch Familien aufgeführt.

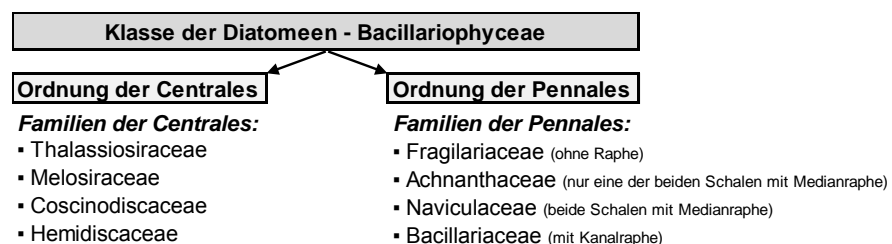


Abbildung 2: Systematische Gliederung der Diatomeen
(nach Gutowski et al. 2011)

Die Diatomeen der Ordnung der Centrales (zentrische Diatomeen, oder kurz Centrales) zeichnen sich durch eine kreisförmige oder vom Kreis abgeleiteten Grundform mit einem Symmetriezentrum in der Schalenmitte (radialsymmetrischen Aufbau) aus. Die Diatomeen der Ordnung der Pennales (pennate Diatomeen, oder kurz Pennales) weisen dagegen langgestreckte fiederförmige, meist achsensymmetrische Zellstrukturen auf (Krammer und Lange-Bertalot 1986). Abbildung 3 zeigt rasterelektronische Aufnahmen der Grundform der Centrales und der Pennales.

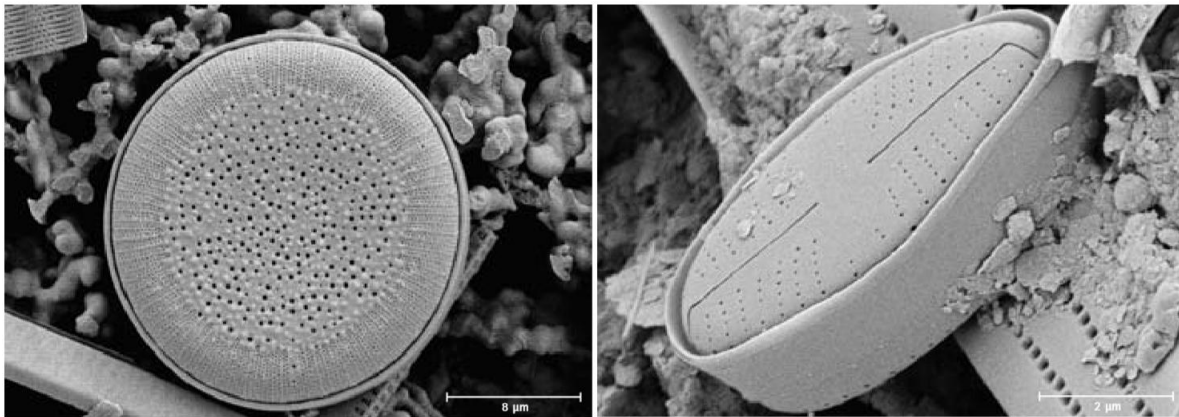


Abbildung 3: Morphologische Grundform der Centrales (links) und der Pennales (rechts) (Gutowski et al. 2011)

Der allgemeine Aufbau einer Diatomeenzelle kann wie folgt beschrieben werden: Die verkieselten Zellwände der Diatomeen bestehen aus zwei unterschiedlich großen Schalenhälften, die das Grundgerüst einer Diatomeenzelle bilden. Analog zu einer zweiteiligen Schachtel bildet die etwas kleinere Schalenhälfte den Boden, Hypotheka genannt, und die übergreifende Schalenhälfte den Deckel, Epitheka genannt. Hypo- und Epitheka werden zusammen als (Diatomeen-)Frustel bezeichnet. Jede Schalenhälfte ist wiederum aus zwei Elementen aufgebaut: aus einer Schalenfläche, der Valva, und einem umlaufenden Zellgürtelband, der Pleura. Aufgrund des schachtelartigen Aufbaus wurden die Diatomeen früher auch als „Schachtellinge“ bezeichnet (Round et al. 1990; Gutowski et al. 2011). Der schematische Aufbau einer Diatomeenzelle ist in Abbildung 4 dargestellt.

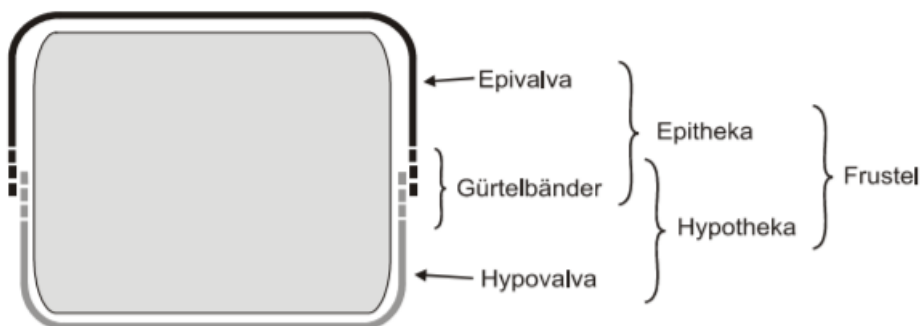


Abbildung 4: Schematischer Aufbau einer Diatomeenzelle (Frustel) (Lutz 2008)

Insbesondere die Schalenflächen zeichnen sich durch artspezifische Feinstrukturen aus. Solche artspezifischen Feinstrukturen sind für die Arten der Centrales zum Beispiel Fortsätze, Filamente und Dornen und für die Arten der Pennales zum Beispiel spaltförmige Durchbrüche in der Schale wie Raphen und Rippen (Gutowski et al. 2011). Unterschiedliche Raphen als typisches Bestimmungsmerkmal der Pennales zeigt Abbildung 5.

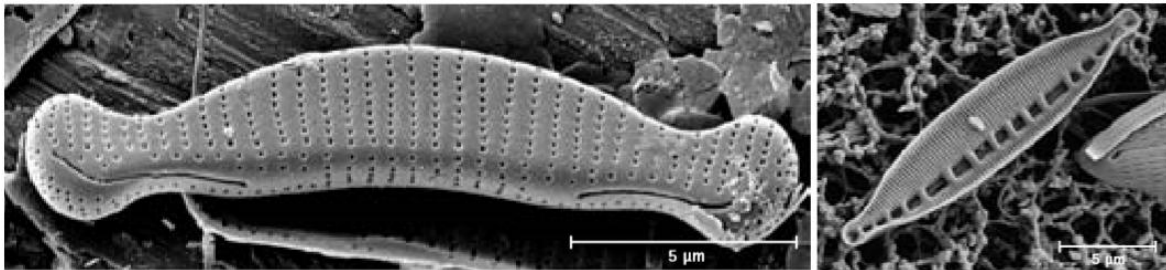


Abbildung 5: Diatomeen mit unterschiedlichen Raphen als Erkennungsmerkmal der Pennales:
links: Raphe aus zwei kurzen Ästen; ein Ast pro Schalenende
rechts: Kanalraphe über die gesamte Schalenlänge
überspannt mit zahlreichen Silikatbrücken
(Gutowski et al. 2011)

Mit Hilfe dieser artspezifischen Feinstrukturen können die Diatomeen charakterisiert und taxonomisch den verschiedenen Gattungen und Arten zugeordnet werden (Gutowski et al. 2011). Mit dem bloßen Auge sind allerdings die Feinstrukturen nicht zu erkennen, da sich die Größenordnung einer Diatomeenzelle in etwa zwischen 5 und 500 Mikrometer (siehe Maßstäbe der Abbildung 3 und Abbildung 5) bewegt. Erst als Algenüberzug werden die Diatomeen für das Auge erkennbar (Hürlimann 2010).

2.2 Fortpflanzung der Diatomeen

Die Diatomeen können sich sowohl sexuell als auch asexuell (vegetativ) durch mitotische Zellteilung vermehren, wobei die asexuelle Fortpflanzung überwiegt. Bei der asexuellen Fortpflanzung werden die beiden unterschiedlich großen Schalenhälften einer Diatomeenzelle voneinander getrennt. Aus einer Diatomeenzelle, der Mutterzelle (auch Erstlingszelle genannt), werden so zwei Tochterzellen. Die Schalenhälften der Mutterzelle bilden in den Tochterzellen jeweils die Epitheka. Die Hypotheka muss demnach in beiden Tochterzellen neu gebildet werden. Aus der Hypotheka der Mutterzelle ist folglich in der Tochterzelle eine Epitheka geworden. Eine Tochterzelle behält daher die Größe der Mutterzelle bei, die andere Tochterzelle wird dagegen kleiner. Das Schema der asexuellen Fortpflanzung ist in Abbildung 6 dargestellt und verdeutlicht die sukzessive Verkleinerung der Schalengröße in einer der Tochterzelllinien (van den Hoek et al. 1993; Hürlimann und Niederhauser 2007; Raven et al. 2000).

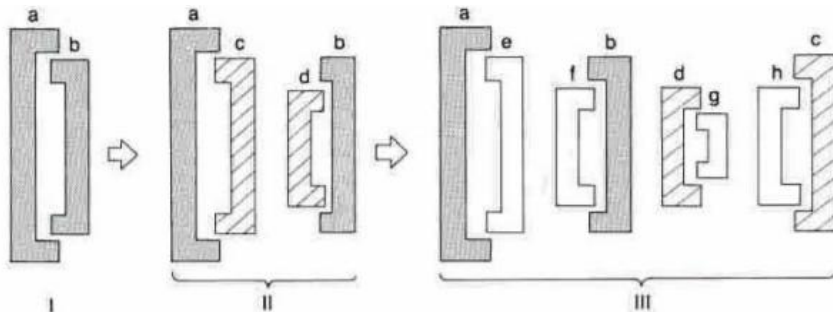


Abbildung 6: Schema der asexuellen Fortpflanzung
(Barron in Lipps 1993)

Erreichen die immer kleiner werdenden Tochterzellen eine artspezifische Minimalgröße, ist eine weitere Zellteilung nicht mehr möglich und die sexuelle Fortpflanzung kann einsetzen. Die sexuelle Fortpflanzung erfolgt über Auxosporen. Die zur Auxospore herangewachsene diploide Zygote resultiert aus der Verschmelzung zweier haploider Gameten. Nach Erreichen einer bestimmten Größe und Ausdifferenzierung kann sich die Zelle wieder asexuell fortpflanzen (van den Hoek et al. 1993; Hürlimann und Niederhauser 2007; Raven et al. 2000).

Die Zellteilungsfrequenz ist je nach Art sehr unterschiedlich, wobei sie im Allgemeinen mit unter 24 Stunden angenommen werden kann. Damit erfolgt mindestens eine Teilung pro Tag. Nach 20 Tagen könnten demnach aus einer Mutterzelle etwa 1 Millionen Tochterzellen resultieren. Die Diatomeen zeichnen sich also durch eine hohe Reproduktionsrate aus und können daher schnell (etwa binnen zwei Wochen) auf Umweltveränderungen durch Artverschiebungen reagieren. Die Kenntnis über die Generationsdauer ist dabei wesentlich für Bioindikationsverfahren (Krammer 1986; Hürlimann und Niederhauser 2007).¹

Zudem sind einige Arten der Diatomeen dazu befähigt bei ungünstigen Wachstumsbedingungen, wie z.B. Nährstoffmangel, Trockenheit und erhöhter Salzgehalt, Dauerstadien auszubilden. Bei besseren Wachstumsbedingungen sind sie wieder in der Lage auszukeimen (Krammer 1986; van den Hoek et al. 1993).

2.3 Vorkommen, Lebensweise und ökologische Bedeutung der Diatomeen

Die Klasse der Diatomeen zeichnet sich durch einen großen Artenreichtum aus. Genaue Angaben zu Artenzahlen liegen jedoch nicht vor. Allein in Deutschland werden derzeit etwa 1.400 Diatomeenarten gezählt. Es ist davon auszugehen, dass noch weitere Arten in Deutschland existieren. Weltweit werden rund 100.000 Arten vermutet, wobei diese Arten-

¹ Vgl. hierzu Abschnitt 2.5

zahl zwischenzeitlich sogar um den Faktor 10 und mehr höher geschätzt wird (van den Hoek et al. 1993; Schmedtje et al. 1998; Hürlimann und Niederhauser 2007).

Diatomeen kommen weltweit nahezu in allen aquatischen Lebensräumen vor, insbesondere in Meeren, Fließgewässern und Seen, und sind damit im Süß- sowie im Salzwasser vertreten (Dixie et al. 1992). Darüber hinaus besiedeln Diatomeen aber auch wechselfeuchte Habitate und den oberen Bereich des Erdbodens sowie künstliche Standorte wie z.B. offene Abwasserkanäle, Kläranlagen oder Trinkwassertröge. In Dauerzuständen sind sie sogar in der Luft zu finden (Krammer 1986; Hürlimann und Niederhauser 2007).

Im Wasserkörper leben Diatomeen entweder planktisch, d.h. freischwebend in der Wassersäule und bilden damit einen Hauptbestandteil des Phytoplanktons oder sie leben benthisch, d.h. angeheftet an verschiedenen Substraten und gehören daher zum Phytobenthos. Die meisten zentrischen Diatomeen leben planktisch, die pennaten Arten dagegen überwiegend benthisch. Die benthischen Diatomeen werden veraltet auch als „Aufwuchsdiatomeen“ bezeichnet. Die Anheftung der Diatomeen kann durch z.B. Gallertpolster oder verschieden lange, verzweigte oder unverzweigte Gallertstiele und -schläuche erfolgen (Abbildung 7). Die Diatomeen sind dabei entweder solitär oder auch als ketten- oder bänderförmige Kolonien mit den Substraten verbunden. Die Substrate können dabei pflanzlicher (z.B. Pflanzen) oder anorganischer Natur (z.B. Steine, Sand) sein. Beispielsweise werden Biotop-Assoziationen mit Sand als epipsammisch (A), mit Schlamm als epipelisch (C), mit Steinen als epilithisch (D) und mit Pflanzen als epiphytisch (F) bezeichnet. Diatomeen können aber nicht nur auf (epi-), sondern auch in (endo-) dem entsprechenden Substrat (endopsammisch (B), endolithisch (E), endophytisch) wachsen (Abbildung 8). Zudem siedeln einige Arten auch zwischen anderen aquatischen Pflanzen (z.B. Moose, Makrophyten). Diese Assoziationen werden als metaphytisch bezeichnet (Round 1975; Krammer und Lange-Bertalot 1986; Dahlgren und Küttel 1987; Gutowski et al. 2011; van den Hoek et al. 1993; John 2015).



Abbildung 7: Gallertstiel als Wuchsform (Gutowski et al. 2011)

Die Substrate können dabei pflanzlicher (z.B. Pflanzen) oder anorganischer Natur (z.B. Steine, Sand) sein. Beispielsweise werden Biotop-Assoziationen mit Sand als epipsammisch (A), mit Schlamm als epipelisch (C), mit Steinen als epilithisch (D) und mit Pflanzen als epiphytisch (F) bezeichnet. Diatomeen können aber nicht nur auf (epi-), sondern auch in (endo-) dem entsprechenden Substrat (endopsammisch (B), endolithisch (E), endophytisch) wachsen (Abbildung 8). Zudem siedeln einige Arten auch zwischen anderen aquatischen Pflanzen (z.B. Moose, Makrophyten). Diese Assoziationen werden als metaphytisch bezeichnet (Round 1975; Krammer und Lange-Bertalot 1986; Dahlgren und Küttel 1987; Gutowski et al. 2011; van den Hoek et al. 1993; John 2015).

Die epiphytische Lebensweise der Diatomeen ist dabei für die charakteristische Braunfärbung von grünen Wasserpflanzen verantwortlich. Die Verfärbung geht auf das Pigment Fucoxanthin² der Diatomeen zurück (Hürlimann 2010). Durch die Besiedlung von Sand (episammische Lebensweise) sorgen die Diatomeen für eine Stabilisierung des Sub-

² Vgl. hierzu Abschnitt 2.1

strates in einigen aquatischen Lebensräumen und sind damit weit mehr als nur Nahrungsgrundlage für andere Organismen (Stevenson 1996).

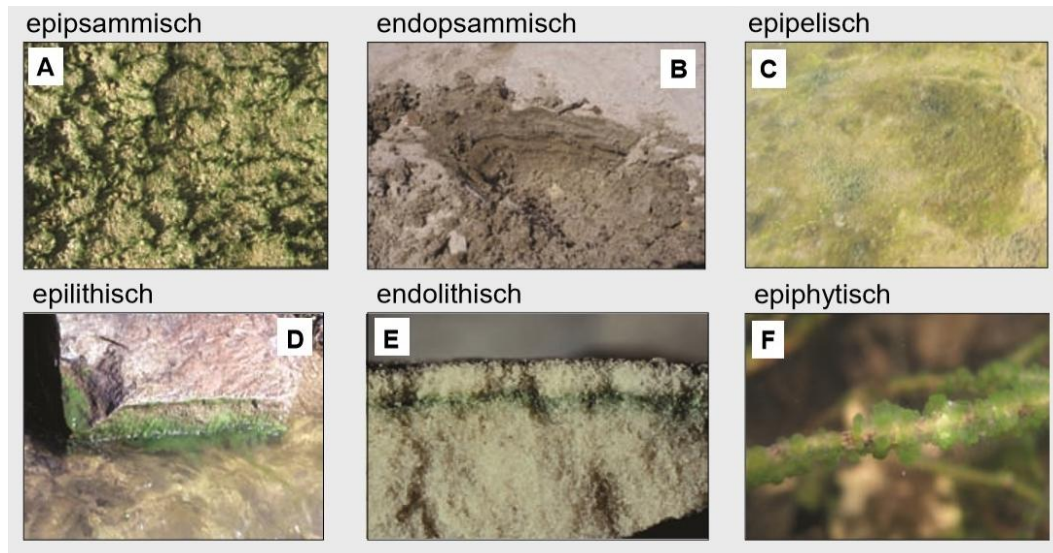


Abbildung 8: Wuchsformen benthischer Algen auf bzw. in unterschiedlichen Substraten (geringfügig verändert nach Gutowski und Foerster 2007)

Aufgrund der hohen mechanischen und chemischen Beständigkeit der kieselsäurehaltigen Zellwände werden die Diatomeenschalen mit ihrer morphologischen Struktur im Gewässersediment über Jahrtausende bis heute konserviert. Die abgestorbenen, subfossilen und fossilen Diatomeengesellschaften können daher noch heute analysiert werden. Mit Hilfe solcher Diatomeenanalysen wird versucht die damaligen Umwelt- und Klimabedingungen zu rekonstruieren (Paläolimnologie; Abbildung 9) (Hürlimann und Niederhauser 2007; Schönfelder 2014).

Als photoautotrophe Organismen gehören die Diatomeen zu den Primärproduzenten. Die Primärproduzenten sind als einzige Organismen dazu befähigt unter biochemischer Fixierung der Strahlungsenergie aus anorganischen Verbindungen organische Substanz (Biomasse) neu aufzubauen (Photosynthese; Primärproduktion). Die Diatomeen wie auch andere photoautotrophe Organismen (z.B. submerse höhere Pflanzen (Moose etc.)) bilden damit in Gewässern die Basis von Nahrungsketten bzw. -netzen und so die Grundlage für alle weiteren trophischen Ebenen. In kleinen und mittelgroßen Fließgewässern stellen darüber hinaus die benthischen Algen die wichtigsten Primärproduzenten dar. In größeren und tieferen Fließgewässern nehmen dagegen diese Rolle die Planktonalgen ein. In den Weltmeeren leisten sogar die planktischen Diatomeen als Hauptbestandteil des Phytoplanktons fast die gesamte Primärproduktion. Im Hinblick auf die Ernährung sowie die Sauerstoffproduktion durch Photosynthese spielen daher die Diatomeen nicht nur für die aquatischen Lebewesen, sondern auch für den Menschen eine wichtige Rolle (Vannote et al. 1980; Krammer 1986, Stevenson 1996; Schwoerbel 2013).

2.4 Prägende Umweltfaktoren einer Diatomeengesellschaft

Alle Diatomeen eines Lebensraums setzen sich zu einer Diatomeengesellschaft bzw. -gemeinschaft, die auch als Diatomeen-Taxozönose bezeichnet wird, zusammen. Die Zusammensetzung einer Diatomeen-Taxozönose wird dabei durch viele verschiedene abiotische und biotische Umweltfaktoren bestimmt. Die Umweltfaktoren können sich zudem untereinander beeinflussen und stehen daher in gegenseitiger Abhängigkeit zueinander (Schönfelder 2014). Abbildung 9 illustriert die abiotischen Umweltfaktoren, die eine Diatomeen-Taxozönose prägen können.

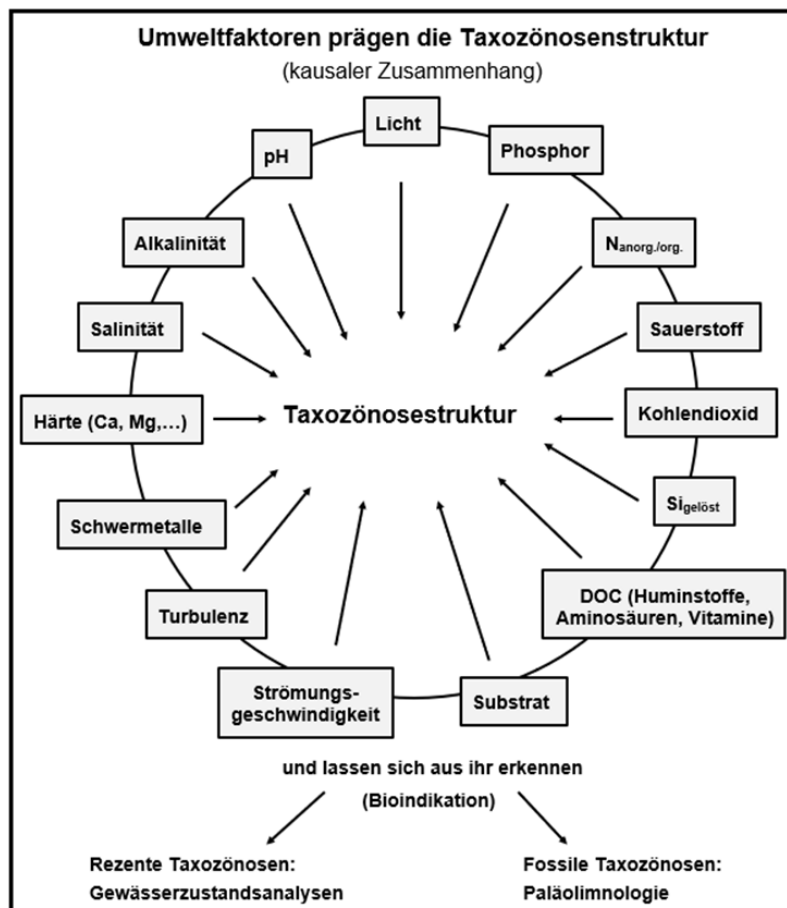


Abbildung 9: Prägende Umweltfaktoren einer Diatomeen-Taxozönose und das darauf basierende Wirkungsprinzip der Bioindikation (Schönfelder 2014)

Da sich die Bewertung der Fließgewässer anhand der Diatomeen im Wesentlichen auf die benthischen Arten stützt,³ werden im Folgenden die wichtigsten abiotischen Umweltfaktoren in Fließgewässern in Bezug zur benthischen Lebensweise kurz vorgestellt.

³ Vgl. hierzu Kapitel 1

Hydraulische Verhältnisse:

Die Strömung bzw. die Strömungsgeschwindigkeit und die Wassertiefe, d.h. insgesamt die hydraulischen Verhältnisse, stellen einen wichtigen lebensraumprägenden Faktor dar. Dieser Einflussfaktor kann direkt oder indirekt auf benthische Algen einwirken (Ambühl 1960; Schwoerbel 2013; Stevenson 1996).

Die Strömung sorgt für einen permanenten An- und Abtransport von lebensnotwendigen Nährstoffen und ist damit erforderlich für das Algenwachstum. Zu geringe Strömungsgeschwindigkeiten können daher sogar wachstumsbegrenzend für benthische Algen wirken, höhere Strömungsgeschwindigkeiten dagegen aufgrund einer erleichterten Nährstoffaufnahme produktionssteigernd, sofern keine dynamischen Nachteile für die Algen bestehen. Einige Algenarten sind dabei an unterschiedliche Strömungsgeschwindigkeiten adaptiert und finden dort ihre optimalen Wachstumsbedingungen vor. Werden dagegen die Strömungsgeschwindigkeiten zu hoch, kann eine Schädigung der benthischen Algen bis hin zur mechanischen Zerstörung durch die abrasive Wirkung des Geschiebetriebes erfolgen (Schönborn 1996 und Horner et al. 1990 in Foerster 2006; Schwoerbel 2013; Whitford und Schumacher 1961; Stevenson 1984).

Neben diesem direkten Einfluss der Strömungsgeschwindigkeit wirkt die Strömung auch indirekt über die morphologische Ausgestaltung der Fließgewässer auf die benthischen Algen ein. Die hydraulischen Verhältnisse bestimmen die Struktur und Stabilität bzw. Mobilität der Gewässersohle und damit die potentiell für eine Besiedlung durch benthische Algen zur Verfügung stehenden Substrate. Gemäß dem Hjulström-Diagramm kann mit zunehmender Strömungsgeschwindigkeit auch Material mit einem größerem Korndurchmesser transportiert werden, so dass sich in der Folge die Gewässersohle durch immer grobkörnigere Substrate auszeichnet (Stevenson 1984; Schwoerbel 2013).

Substrat:

Einige benthische Algenarten zeigen bei der Besiedlung Präferenzen für bestimmte Substrate. Die Diatomeen-Taxozönose kann bezüglich der bevorzugten Substrate mit unter in die folgenden Biotop-Assoziationen benthischer Algengemeinschaften eingeteilt werden (Round 1975, Foerster 2006):⁴

- epipsammische Gemeinschaften auf Sand,
- endopsammische Gemeinschaften im Sand,
- epipelische Gemeinschaften auf Schlamm,

⁴ Vgl. hierzu Abschnitt 2.3

- epilithische Gemeinschaften auf Steinen,
- endolithische Gemeinschaften in Steinen,
- epiphytische Gemeinschaften auf im Wasser befindliche Pflanzen und
- metaphytische Gemeinschaften zwischen anderen aquatischen Pflanzen.

Das zur Verfügung stehende Substrat ist damit ein wichtiger Faktor für die Zusammensetzung der Diatomeen-Taxozönose.

Temperatur:

Neben der Strömung und dem Substrat stellt die Temperatur einen weiteren wichtigen abiotischen Faktor dar. Die Wassertemperatur beeinflusst zum einen viele physikalisch-chemische Prozesse und damit indirekt die Diatomeengesellschaft. Zum Beispiel hängt die Löslichkeit von Stoffen als physikalisch-chemischer Prozess von der Temperatur ab. In der Regel nimmt mit steigender Temperatur die Löslichkeit von festen Stoffen in Wasser zu, dagegen die von Gasen wie Sauerstoff und Kohlendioxid ab (Schwoerbel 2013). Zum anderen hat die Temperatur einen direkten Einfluss auf physiologische Vorgänge und damit auf die Stoffwechsellätigkeit bzw. Bioaktivität der Organismen. Gemäß der RGT-Regel (Reaktionsgeschwindigkeit-Temperatur-Regel, auch van't Hoffsche-Regel) erhöht sich im Allgemeinen mit steigender Temperatur die Reaktionsgeschwindigkeit sämtlicher biochemischer Prozesse. Eine Temperaturniedrigung führt dagegen zu einer Verlangsamung der Stoffwechselprozesse (Bisswanger 2015). Diatomeen besitzen spezifische Optima in Bezug zur Temperatur und sind aufgrund ihrer Anpassungsfähigkeit innerhalb recht weiter Temperaturgrenzen vertreten. So leben und vermehren sich einige Diatomeenarten bei Temperaturen um 0°C, andere dagegen bei Temperaturen über 50°C wie in Thermalgewässern (Kolbe 1932). Die Temperatur wird für Diatomeen sogar als dominanter Faktor für Wachstumsprozesse angesehen (Bothwell 1988).

Die Wassertemperatur bzw. der Wärmehaushalt von Fließgewässern wird dabei durch viele Faktoren bestimmt. So sorgt zum Beispiel die permanente Strömung dafür, dass sich die Wassertemperatur über den Fließgewässerquerschnitt verteilt und es so zu keiner stabilen thermischen Schichtung wie in Seen der gemäßigten Klimazone kommt. Wie die Lufttemperatur unterliegt die Wassertemperatur der Fließgewässer tages- und jahreszeitlichen Schwankungen, die jedoch aufgrund der Wärmekapazität von Wasser deutlich geringer ausfallen. Gemäß dem River-Continuum-Concept erhöht sich zudem mit zunehmender Entfernung von der Quelle die sommerliche Mitteltemperatur. Weitere Einflussfaktoren auf den Wärmehaushalt von Fließgewässern umfassen den Wärmeaustausch mit der Umgebung wie zum Beispiel die Absorption der direkten Sonnenstrahlung (Strahlungsenergie) (Schwoerbel 2013; Vannote et al. 1980). Es konnte gezeigt werden, dass die Beschattung durch Gehölze einen direkten Einfluss auf die Wassertemperatur hat. Die

Gehölze bewirken, dass sich die Wassertemperatur tagsüber durch die Reduzierung der Strahlungswerte nicht so stark aufheizt und nachts nicht so stark abkühlt (Linnenkamp und Hoffmann 1990). Neben dem Einfluss auf die Wassertemperatur wirkt sich ein Gehölzbewuchs auch auf die Lichtverhältnisse im Fließgewässer aus.

Licht:

Neben der Temperatur spielt der Umweltfaktor Licht für benthische Algen als photoautotrophe Organismen eine entscheidende Rolle, da Licht eine Voraussetzung für die Photosynthese ist. Eine photoautotrophe Netto-Produktion ist nur oberhalb der Kompensationslichtstärke möglich. Mit zunehmender Gewässertiefe erhöht sich die Absorption des einfallenden Lichtes im Wasser und die Strahlungsenergie nimmt ab. Eine Verminderung der Strahlungsenergie erfolgt zusätzlich durch Wasserinhaltsstoffe wie zum Beispiel Huminstoffe, partikuläre organische Substanz oder Phytoplankton (Schwoerbel 2013). Bezüglich der Lichtintensität werden von Diatomeen bevorzugt lichtoffene Standorte besiedelt (Foerster 2006). Der Einfluss auf die photosynthetisch nutzbare Strahlung durch Beschattung mittels Gehölzbewuchs nimmt dabei mit zunehmender Gewässerbreite ab. Eine maximale Abschirmwirkung liegt bei einem beidseitigen Gehölzstreifen mit Kronenschluss vor.

Nährstoffverfügbarkeit:

Ein weiterer wichtiger Einflussfaktor für das Wachstum von Diatomeen ist die Nährstoffverfügbarkeit. Das Nährstoffangebot wird dabei natürlicherweise durch die Geologie des Einzugsgebietes (chemischer "Background") bestimmt. Die wichtigsten Nährstoffe zur Wachstumsregulation sind im Allgemeinen Stickstoff und Phosphor. Darüber hinaus ist für die Diatomeen Silizium als Hauptbestandteil der Zellwände ein essentielles Element, wobei Silizium selten zum Minimumfaktor für das Diatomeenwachstum wird. Der Minimumfaktor (oder auch limitierender Faktor) repräsentiert denjenigen Wachstumsfaktor, „der im Verhältnis zu allen übrigen Faktoren im Minimum ist“ (Schwoerbel 2013: 117) und so direkt das Wachstum bestimmt (Liebig's Gesetz vom Minimum). Ein übermäßiges Nährstoffangebot kann daher zu einem ungehinderten Algenwachstum führen. Stickstoff und Phosphor liegen in vielen Verbindungen im Fließgewässer vor. Photoautotrophe Organismen können die folgenden drei anorganischen Verbindungen als Stickstoffquelle nutzen:

- Nitrat (NO_3^-),
- Nitrit (NO_2^-) und
- Ammonium (NH_4^+).

Ammonium und insbesondere Nitrat haben dabei als Stickstofflieferanten die größte Bedeutung für Primärproduzenten.

Phosphor liegt im Gewässer in den folgenden drei Fraktionen vor:

- anorganisches gelöstes Phosphat als ortho-Phosphat (HPO_4^{2-} , H_2PO_4^- je nach pH-Wert),
- organisches gelöstes Phosphat und
- organisches partikuläres Phosphat (Organismen und Detritus).

Alle drei Fraktionen zusammen bilden das Gesamt-Phosphat. Ortho-Phosphat zeichnet sich dabei mit der mit Abstand besten Bioverfügbarkeit aus. Da ortho-Phosphat in unbelasteten Gewässern (geochemische Grundfracht) nur in sehr geringen Mengen vorkommt,⁵ stellt Phosphor in der Regel den limitierenden, wachstumsbegrenzenden Faktor für die Primärproduktion dar. Durch die Gewässer- und Umlandnutzung durch den Menschen kommt es jedoch zu einem Anstieg der Nährstoffe, insbesondere zu einer Erhöhung der Phosphorgehalte. Infolgedessen kommt es zu einem vermehrten Algenwachstum (Eutrophierung der Gewässer). Überdies weisen Diatomeen spezifische Optima in Bezug auf Phosphor und Stickstoff auf, so dass die Nährstoffkonzentrationen und -verhältnisse die Artenzusammensetzung und die Dominanzverhältnisse der Diatomeengemeinschaften maßgeblich bestimmen (Krammer 1986; Foerster 2006; Schwoerbel 2013; Schönfelder 2014).

Kohlendioxid:

Neben einem ausreichenden Licht- und Nährstoffangebot spielt auch Kohlendioxid (CO_2) als Ausgangsstoff für die Photosynthese (Kohlenstoffquelle) eine bedeutende Rolle. Das in Wasser gelöste Kohlendioxid wird zu Kohlensäure (H_2CO_3) hydratisiert, die ihrerseits zu Hydroniumionen (H_3O^+), Hydrogencarbonationen (HCO_3^-) und Carbonationen (CO_3^{2-}) dissoziiert (sogenannte Kalk-Kohlensäure-Gleichgewicht). Photoautotrophe Organismen können als Kohlenstoffquelle jedoch nur Kohlendioxid und Hydrogencarbonat nutzen. Undissoziierte Kohlensäure und Carbonationen sind dagegen nicht bioverfügbar. In welchem Verhältnis die Dissoziationsformen im Wasser zueinander vorliegen, wird durch den pH-Wert bestimmt (Schwoerbel 2013; Schönfelder 2014).

pH-Wert:

Der pH-Wert beeinflusst darüber hinaus die Verfügbarkeit weiterer Nährstoffe. So führt eine pH-Wert-Verringerung z.B. zu einer Erhöhung der Sulfatkonzentrationen oder zu erhöhten Konzentrationen an gelösten anorganischen Stickstoff. Insbesondere die Erniedrigung des pH-Wertes unter 5 führt zu einer erhöhten Löslichkeit von Schwermetallen (z.B.

⁵ Für die Fließgewässertypen in Deutschland liegt der Hintergrundwert für ortho-Phosphat bei 0,02 mg/l (OGewV 2016).

Mangan, Cadmium, Quecksilber), für die die verschiedenen Diatomeenarten unterschiedliche Toleranzen aufweisen. Viele Diatomeenarten besitzen also spezifische Optima in Bezug zum pH-Wert und sind dabei über ein recht weites pH-Spektrum vertreten. So zeigen acidobionte Diatomeenarten eine optimale Verbreitung bei einem pH unter 5,5, alkaliobionte dagegen bei einem pH von 8,5. Der pH-Wert ist daher ein weiterer wichtiger Faktor, der maßgeblich die Artenzusammensetzung und die Arthäufigkeiten der Diatomeengemeinschaften beeinflusst (Planas 1996; Foerster 2006; Hustedt 1939; van Dam et al. 1994 in Hofmann 2014; Schönfelder 2014).

Salzgehalt:

Neben dem pH-Wert ist der Salzgehalt (Salinität) ein weiterer wichtiger abiotischer Umweltfaktor, der die Artenzusammensetzung und die Arthäufigkeiten der Diatomeengemeinschaften bestimmt. Die verschiedenen Diatomeenarten weisen unterschiedliche Affinitäten zu bestimmten Salinitätsgraden auf. Unter den Diatomeen sind Meer-, Brack- und Süßwasserformen anzutreffen. Halophobe Diatomeen sind beispielweise Süßwasserdiatomeen, die Chloridgehalte nur bis 20 mg/l tolerieren können. Polyhalobe Diatomeen sind dagegen typische Meeresformen, die Salzgehalte über 40 g/l tolerieren können (Ziemann 1971; Ziemann 1999; Dell'Uomo 2004 in Beisel et al. 2004; Wolfram 2014).

biotische Faktoren:

Neben den vorgestellten abiotischen Umweltfaktoren soll hier auch kurz auf die biotischen Faktoren hingewiesen werden, die die Zusammensetzung der Diatomeengesellschaften beeinflussen können. Folgende biotische Faktoren können beispielsweise benannt werden:

- intra- und interspezifische Konkurrenz und
- Beweidung (Grazing).

Konkurrenz zwischen Arten beschreibt den Wettbewerb um eine gemeinsam genutzte Ressource. Die Diatomeenart, die die gemeinsam benötigte Ressource (z.B. Silikat nach Townsend et al. 2003) am effektivsten nutzen kann, ist gegenüber den anderen Arten im Vorteil und kann diese verdrängen (Lampert und Sommer 1993; Townsend et al. 2009). Darüber hinaus werden die benthischen Algen durch invertierte Weidegänger (Grazer) wie z.B. Schnecken oder einige Insektenlarven konsumiert und so die Biomasse der Aufwuchsalgen reduziert (Schwoerbel 2013).

Die Vorstellung der prägenden Umweltfaktoren verdeutlicht, dass die Zusammensetzung einer Diatomeen-Taxozönose durch die vorherrschenden abiotischen und biotischen Standortbedingungen in einem Fließgewässer beeinflusst wird.

2.5 Diatomeen als Bioindikatoren und bestehende Indikations-systeme

Der Arbeitskreis Bioindikation der Fachgruppe „Umweltchemie und Ökotoxikologie“ der Gesellschaft Deutscher Chemiker (GDCh) definiert Bioindikatoren als „Organismen oder Organismengesellschaften, die auf Umwelteinflüsse mit Veränderungen ihrer Lebensfunktionen und/oder ihrer chemischen Zusammensetzung reagieren bzw. deren Vorkommen oder Fehlen in einer Biozönose Umweltfaktoren charakterisieren“ (Zimmermann 1996: 169). Bioindikatoren (Pflanzen oder Tiere) zeichnen sich also durch artspezifische Umweltansprüche aus. Das Prinzip der Bioindikation beruht damit auf dem kausalen Zusammenhang zwischen der Zusammensetzung einer Biozönose und den vorherrschenden Umweltbedingungen (Abbildung 9). Mit Hilfe der Analyse der qualitativen und quantitativen Zusammensetzung der Biozönose und dem Wissen über die Autökologie der einzelnen Arten können die vorherrschenden Umweltbedingungen qualitativ und quantitativ erfasst und so Rückschlüsse auf bestehende Umweltbelastungen geschlossen werden (Zimmermann 1996; Hürlimann et al. 2007; Schönfelder 2014).

Eine wesentliche Voraussetzung um Organismen als Bioindikatoren nutzen zu können, ist also die Kenntnis über ihre ökologischen Umweltansprüche (Gutowski et al. 2011). Die ökologischen Ansprüche eines Organismus an einen Umweltfaktor (z.B. Sauerstoffgehalt, Licht, Temperatur) werden beispielsweise in Form von Toleranzkurven dargestellt (Hauer 2015). Eine solche Toleranzkurve zeigt Abbildung 10. Einzelne Organismenarten können sich dabei erheblich in ihren ökologischen Präferenzen unterscheiden.

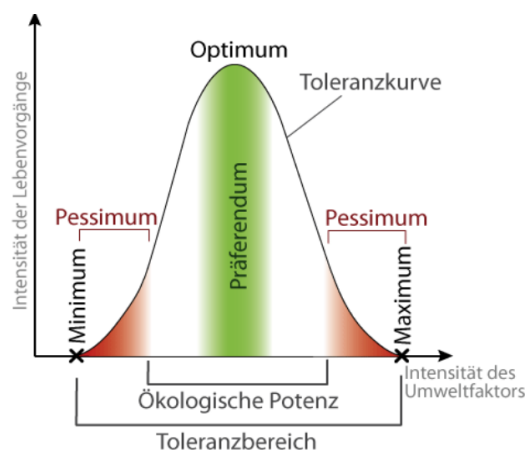


Abbildung 10: Toleranzkurve eines Organismus in Abhängigkeit zu der Intensität eines Umweltfaktors (Hauer 2012)

Insbesondere stenöke Arten als spezialisierte, wenig anpassungsfähige Organismen, die sich durch einen engen Toleranzbereich gegenüber mindestens einem Umweltfaktor auszeichnen, eignen sich hervorragend als Bioindikatoren (Hürlimann 2007; Gutowski et al. 2011).

Organismen oder Organismengesellschaften müssen darüber hinaus noch weitere Anforderungen erfüllen, damit sie als Bioindikatoren eingesetzt werden können. Nach Arndt et al. (1987) und Hürlimann et al. (2007) können insgesamt folgende Anforderungen an Bioindikatoren im Bereich des Fließgewässermonitorings formuliert werden:

- 1) leichte Handhabung von der Probenahme bis hin zur Archivierung,
- 2) einheitliche Bestimmbarkeit,
- 3) Reproduzierbarkeit bzw. standardisierbare Methodik,
- 4) weitgehende Kenntnisse über die Autökologie der Arten, d.h. der Reaktionen der Arten auf die verschiedenen Umweltbedingungen,
- 5) leichte Erkenn- und Auswertbarkeit der Reaktionen,
- 6) Quantifizierbarkeit der Degradation,
- 7) günstig bzw. gutes Kosten-Nutzen-Verhältnis und
- 8) ganzjähriges Auftreten im untersuchten Areal.

Für die Eignung als Bioindikator müssen jedoch nicht zwingend alle Anforderungen erfüllt sein. Die meisten Anforderungen werden dabei durch die Diatomeen erfüllt. Als Nachteil ist die nicht direkte Bestimmbarkeit im Freiland zu benennen. Für die Bestimmung müssen die Diatomeen zunächst labortechnisch aufbereitet. Hierzu bedarf es einer entsprechenden Laborausstattung (Arndt et al. 1987; Hürlimann et al. 2007).

Nach Cholnoky (1968), Hofmann (2005) und Schönfelder (2014) können für Diatomeen zusammenfassend folgende Vorzüge benannt werden, die den Einsatz der Diatomeen als ideale Bioindikatoren in Gewässern zur Beurteilung der Wasserqualität bestätigen:

- weitgehende Kenntnisse über die Autökologie der Arten,
- artspezifische Präferenzen und Toleranzen gegenüber verschiedenen Umweltbedingungen (-belastungen),
- hohe Zahl an ökologisch hoch spezialisierten und sensiblen Indikatorarten,
- relativ leichte und einheitliche Bestimmbarkeit auf Art- bzw. Unterartniveau (aufgrund der guten systematischen Kenntnisse),
- weites geographisches Vorkommen,
- ganzjähriges individuen- und artenreiches Vorkommen (ausreichende Quantität) in allen Gewässertypen,
- leichte, standardisierte Methode der Probenahme sowie Präparation,
- unproblematische Lagerung bzw. Archivierung und
- schnelle Generationszeiten und damit Abbildung der Umweltbedingungen über kurze Zeiträume.

Der erste Einsatz der Diatomeen als Bioindikatoren zur Beurteilung der Wasserqualität wurde zu Beginn des 20. Jahrhunderts durch Kolkwitz und Marsson (1908) dokumentiert. Im Laufe der Zeit entstanden eine Vielzahl von Bewertungsverfahren, die anhand der Zusammensetzung der Diatomeengesellschaft Aussagen über den pH-Wert bzw. die Versauerung (Hustedt 1939; Coring 1999), die Salinität bzw. Versalzung (Hustedt 1953; Ziemann 1971), die Saprobie (Lange-Bertalot 1978; Rott et al. 1997) oder die Trophie (Rott et al. 1999) ermöglichen. Tabelle 1 können die wichtigsten Diatomeen-basierten Indikationssysteme für Fließgewässer für den deutschsprachigen Raum entnommen werden.

Tabelle 1: Diatomeen-basierte Indikationssysteme für Fließgewässern (zusammengefasst nach Schaumburg et al. (2005a) und Hofmann (2005))

Indikationssysteme in Fließgewässern	
Bewertungsverfahren der Saprobie	Bewertungsverfahren des Säurezustands
▪ Saprobienindex nach Rott et al. (1997)	▪ Säurezustand nach Coring (1999)
▪ Differentialartensystem (Krammer & Lange-Bertalot 1986)	Bewertung der Salinität
Bewertungsverfahren der Trophie	▪ Halobienindex nach Ziemann (1999)
▪ Trophieindex nach Rott et al. (1999)	Bewertung der Diversität
▪ Trophieindex nach Coring et al. (1999)	▪ Diversitätsindex nach Shannon & Weaver (1949)
▪ Trophieindex nach Kelly (1996)	weitere Verfahren
	▪ Rote Liste-Index

3 Bewertung der Fließgewässer anhand der benthischen Diatomeen nach der EU-WRRL

In diesem Kapitel wird zunächst eine kurze Abhandlung über die Entwicklung und den aktuellen Stand des Bewertungsverfahrens PHYLIB für die biologische Qualitätskomponente „Makrophyten und Phytobenthos“ gegeben. Im Anschluss wird ausführlich die Teilkomponente „Diatomeen“ als Bestandteil des modular aufgebauten Bewertungsverfahrens PHYLIB vorgestellt.

3.1 Bewertungsverfahren PHYLIB

Die zum in Kraft treten der EU-WRRL bestehenden Bewertungsverfahren, d.h auch die Diatomeen-basierten Indikationssysteme für Fließgewässer⁶, genügten nicht den Anforderungen einer integrierten, leitbild- sowie gewässertypbezogenen Bewertung, so dass für die biologische Qualitätskomponente „Makrophyten und Phytobenthos“ im Auftrag des Bundesministeriums für Bildung und Forschung (BMBF) und der Bund/Länderarbeitsgemeinschaft Wasser (LAWA) zur Entwicklung eines deutschen EU-WRRL-konformen Bewertungsverfahrens das Forschungsprojekt „PHYLIB“ (Acronym für: Makrophyten und Phytobenthos für eine leitbildbezogene Bewertung) ins Leben gerufen wurde (Schaumburg et al. 2004; Schmedtje et al. 2001). Das neu entwickelte Bewertungsverfahren konnte im Jahr 2004 in einer ersten Version vorgelegt werden. Im gleichen Jahr schloss sich ein bundesweiter Praxistest einschließlich der Überprüfung und Überarbeitung der ersten vorgelegten Version sowie die Entwicklung der gleichnamigen Software PHYLIB zur automatisierten Berechnung des ökologischen Zustands in einem weiteren Projekt an (Schaumburg et al. 2005b). In den Jahren 2007 bis 2010 erfolgte dann die Weiterentwicklung des Bewertungsverfahrens PHYLIB mit Hilfe eines erweiterten Datensatzes, der durch die bundesweit neu erhobenen Daten nach den Vorschriften der überarbeiteten Version ergänzt werden konnte (Schaumburg et al. 2012a, 2012b).

Für die Erarbeitung des Bewertungsverfahrens wurde die biologische Qualitätskomponente „Makrophyten und Phytobenthos“ in die folgenden drei Teilkomponenten bzw. (Teil-)Module unterteilt (Schaumburg et al. 2004):

- 1) Makrophyten,
- 2) Diatomeen und
- 3) Phytobenthos ohne Diatomeen (PoD).

⁶ Vgl. hierzu Tabelle 1

Die Unterteilung der benthischen Gewässerflora wurde dabei aus den folgenden Gründen vorgenommen (Schaumberg et al. 2004: 8):

- „unterschiedlicher Wissensstand bei den drei Organismengruppen
- unterschiedliche Anforderungen bei der Probenahme bzw. Kartierung
- eigene Bewertungsmetrics für die Organismengruppen
- unterschiedliche Typendifferenzierung
- unterschiedliches ökologisches Verhalten in Bezug auf räumlich-zeitliche Aspekte“.

Die Unterschiede zwischen den drei Teilkomponenten zeigen sich vor allem in den verschiedenen Indikationseigenschaften und Reaktions- bzw. Generationszeiten (Tabelle 2).

Tabelle 2: Indikationseignung der drei Teilkomponenten der Qualitätskomponente "Makrophyten und Phytobenthos" (nach van de Weyer, Hofmann und Gutowski 2007 in LANUV NRW 2008)

	Makrophyten (höhere Wasserpflanzen)	Diatomeen (benthische Kieselalgen)	Phytobenthos ohne Diatomeen (benthische Algen ohne Kieselalgen)
Saprobie	nein	ja	ja
Trophie	ja	ja	ja
Kalkgehalt	ja	ja	ja
pH-Wert	(ja)	ja	ja
Salinität	ja	ja	ja
Temperatur	ja	(ja)	(ja)
Struktur	ja	(ja)	(ja)
Reaktionszeit	langsam	schnell	langsam/schnell

Für jede Teilkomponente wurde daher ein eigenes standardisiertes typspezifisches Bewertungsverfahren von der Probenahme und Aufbereitung bis hin zur Auswertung und Bewertung entwickelt. Nach Berechnung bzw. Bewertung der Teilkomponenten erfolgt die Verschneidung der Teilmodule zu einem gemeinsamen Makrophyten-Phytobenthos-Index (MPI) für Fließgewässer, mit dem die ökologische Zustandsklasse nach WRRL getrennt nach Ökoregionen ermittelt wird (Schaumberg et al. 2004, 2012b).

Für die Bewertung des ökologischen Zustands anhand der Biokomponente „Makrophyten und Phytobenthos“ mit Hilfe des Bewertungsverfahrens PHYLIB stehen aktuell neben den oben angeführten Berichten insbesondere die auf der Weiterentwicklung basierende „Verfahrensanleitung für die ökologische Bewertung von Fließgewässern zur Umsetzung der EG-Wasserrahmenrichtlinie: Makrophyten und Phytobenthos - Phylib, Stand Januar 2012“ (nachfolgend einfach Verfahrensanleitung genannt) mit den dort beschriebenen standardisierten Methoden der einzelnen Module sowie die Auswertungssoftware PHYLIB in der Version 5.3-DV-Tool zur Verfügung (Schaumburg et al. 2012a, 2012b).

Die Bewertung anhand der Teilkomponente Diatomeen wird im nachfolgenden Abschnitt 3.2 näher erläutert.

3.2 Bewertung der Teilkomponente Diatomeen nach PHYLIB

Die Bewertung des ökologischen Zustandes anhand der Teilkomponente Diatomeen nach PHYLIB ist selbst modular aufgebaut und basiert auf einem multimetrischen Ansatz. Die folgenden vier Module bilden dabei die Grundlage für die Bewertung des ökologischen Zustands anhand der Diatomeen (Schaumburg et al. 2012a):

- Trophie- und Saprobienindex,
- Artenzusammensetzung und Abundanz,
- Halobienindex und
- Versauerungsanzeiger.

Berücksichtigt werden bei diesen vier Modulen nur benthische und benthisch/planktische Taxa. Ausschließlich planktisch lebende Taxa werden dagegen ausgeschlossen. Proben mit einem Anteil planktischer Taxa von mehr als 5% werden nicht zur Bewertung herangezogen (Schaumburg et al. 2012b).

Nicht bewertungsrelevant sind dagegen die folgenden Metrics:

- Häufigkeit planktischer Taxa in Bächen und kleinen Flüssen,
- Rote-Liste-Index und
- Autökologische Heterogenität.

Aufgrund der geringen Datenmenge kann derzeit eine Integration dieser zusätzlichen Metrics in das Bewertungsverfahren nicht erfolgen. Dennoch können sie zusätzliche Informationen zur ökologischen Qualität bereitstellen sowie als Interpretationshilfe dienen (Schaumburg et al. 2012a).

Die standardisierte Methode der Probenahme einschließlich der Probenahmezeiträume sowie der Aufbereitung und die der mikroskopischen Auswertung zugrunde liegende Bestimmungsliteratur sind der Verfahrensanleitung (2012) zu entnehmen.

Die biozönotische Diatomeen-Typologie sowie die vier bewertungsrelevanten Module der Teilkomponente Diatomeen einschließlich der Gesamtbewertung werden in den folgenden Abschnitten 3.2.1 bis 3.2.6 näher erläutert.

3.2.1 Diatomeen-Typologie für Fließgewässer

Für ein WRRL-konformes typspezifisches Bewertungsverfahren musste für die Teilkomponente Diatomeen (wie auch für die anderen Komponenten) zunächst eine eigene organismen-basierte biozönotische Typologie entwickelt werden. Aufgrund der unterschiedlichen Reaktionen und Indikationseigenschaften der Diatomeen konnten die anhand des Makrozoobenthos entwickelten Fließgewässertypen nach Pottgiesser und Sommerhäuser

(2008), die auch als LAWA-Typen bezeichnet werden, nicht eins-zu-eins übernommen werden. Die LAWA-Typen dienten jedoch als Ausgangspunkt für die Entwicklung der Diatomeen-basierten Typologie und wurden entsprechend an die bestimmenden Faktoren, die eine Diatomeengesellschaft prägen, angepasst. Folgende gesellschaftsbestimmende Faktoren konnten dabei für die erforderliche Typabgrenzung charakteristischer Referenz-biozönosen als wesentlich identifiziert werden (Bostelmann et al. 2015; Müller et al. 2017; Schaumberg et al. 2004):

- Geologie des Einzugsgebietes (silikatisch oder karbonatisch geprägte Gewässer),
- Alkalinität,
- Ökoregion,
- Größe des Einzugsgebietes und
- Trophie im Referenzzustand.

Auf Grundlage dieser gesellschaftsbestimmenden Faktoren konnten für Deutschland 17 Diatomeentypen (13 eigenständige Typen und 4 Subtypen) unterschieden werden (Müller et al. 2017). Die biozönotische Diatomeen-Typologie Deutschlands ist in Tabelle 3 dargestellt.

**Tabelle 3: Biozönotische Diatomeen-Typologie Deutschlands
(nach Müller et al. 2017)**

Diatomeen-Typen der Alpen		
D 1.1	Bäche und kleine Flüsse der Kalkalpen	Einzugsgebiete < 1.000 km ²
D 1.2	Große Flüsse der Kalkalpen	Einzugsgebiete > 1.000 km ²
Diatomeen-Typen des Alpenvorlandes		
D 2	Silikatisch geprägte Bäche und kleine Flüsse des Alpenvorlandes	Einzugsgebiete < 1.000 km ²
D 3	Karbonatisch geprägte Bäche und kleine Flüsse des Alpenvorlandes	Einzugsgebiete < 1.000 km ²
D 4	Karbonatisch geprägte große Flüsse des Alpenvorlandes	Einzugsgebiete > 1.000 km ²
Diatomeen-Typen der Mittelgebirge		
D 5	Silikatisch geprägte Bäche des Buntsandsteins und Grundgebirges	Einzugsgebiete < 100 km ²
D 6	Silikatisch geprägte Bäche der Vulkangebiete	Einzugsgebiete < 100 km ²
D 7	Silikatisch geprägte kleine Flüsse	Einzugsgebiete > 100 km ² und < 1.000 km ²
D 8.1	Karbonatisch geprägte Bäche der Löss-, Keuper- und Kreideregionen	Einzugsgebiete < 100 km ²
D 8.2	Karbonatisch geprägte kleine Flüsse der Löss-, Keuper- und Kreideregionen	Einzugsgebiete > 100 km ² und < 1.000 km ²
D 9.1	Karbonatisch geprägte Bäche der Muschelkalk-, Jura-, Malm-, Lias-, Dogger- und anderer Kalkregionen	Einzugsgebiete < 100 km ²
D 9.2	Karbonatisch geprägte kleine Flüsse der Muschelkalk-, Jura-, Malm-, Lias-, Dogger- und anderer Kalkregionen	Einzugsgebiete > 100 km ² und < 1.000 km ²
D 10.1	Große Flüsse	Einzugsgebiete > 1.000 km ²
D 10.2	Ströme	Einzugsgebiete > 10.000 km ²
Diatomeen-Typen des Norddeutschen Tieflandes		
D 11	Silikatisch oder basenarme organisch geprägte Bäche und kleine Flüsse	Einzugsgebiete < 1.000 km ²
D 12	Karbonatisch oder basenreiche organisch geprägte Bäche und kleine Flüsse	Einzugsgebiete < 1.000 km ²
D 13	Große Flüsse und Ströme	Einzugsgebiete > 1.000 km ²

Die Fließgewässertypologie von Pottgiesser und Sommerhäuser (2008) unterscheidet dagegen derzeit 25 biozönotisch bedeutsame Fließgewässertypen (ohne Subtypen). Bei der biozönotischen Diatomeen-Typologie werden 22 dieser Fließgewässertypen zu 13 Diatomeen-basierten Typen aggregiert. Für die folgenden 3 Fließgewässertypen von Pottgiesser und Sommerhäuser (2008) konnte aufgrund der geringen Datenmenge bis heute noch kein Bewertungssystem anhand der Diatomeen entwickelt werden (Schaumburg et al. 2005b):

- LAWA-Typ 21: Seeausflussgeprägte Fließgewässer,
- LAWA-Typ 22: Marschengewässer und
- LAWA-Typ 23: Rückstau- bzw. brackwasserbeeinflusste Ostseezuflüsse.

Eigenständige Diatomeentypen konnten daher nicht hergeleitet bzw. definiert werden (Schaumburg et al. 2005b; 2012a). Finch (2016) kommt in seiner aktuellen Studie zu dem Schluss, dass eine Bewertung der Marschengewässer anhand der Diatomeen als Qualitätskomponente der EU-WRRL nicht zielführend ist.

Insgesamt betrachtet steht die entwickelte Diatomeen-basierte Typologie mit der Fließgewässertypologie von Pottgiesser und Sommerhäuser (2008) im Einklang (Schaumburg et al. 2004). Tabelle 4 verdeutlicht die Kompatibilität der Typologien anhand des Abgleichs der in Hessen vorkommenden Typen.

Tabelle 4: Abgleich der Diatomeen-basierten Typologie mit der Fließgewässertypologie von Pottgiesser und Sommerhäuser (2008) für die in Hessen vorkommenden Typen (verändert nach Pottgiesser und Sommerhäuser (2008) und Schaumburg et al. (2004))

Ausgewählte Gewässerlandschaften und Regionen nach Briem (2003)	biozönotischer Typ				geochemische Prägung	Diatomeen-Typ			
	Längszonierung					Längszonierung			
	Bach	Kl. Fluss	Gr. Fluss	Strom		Bach	Kl. Fluss	Gr. Fluss	Strom
	EZG 10-100 km ²	EZG 100-1000 km ²	EZG 1000-10.000 km ²	EZG >10.000 km ²		EZG 10-100 km ²	EZG 100-1000 km ²	EZG 1000-10.000 km ²	EZG >10.000 km ²
Ökoregion 9: Mittelgebirge									
Gneis, Granit, Schiefer (Grundgebirge)					s	D 5			
Vulkangebiete	5	9			s	D 6	D 7		
Buntsandstein	5.1		9.2		s	D 5		D 10.1	
Lössregionen, Keuper, Kreide	6	9.1			k	D 8.1	D 8.2		
Muschelkalk, Jura, Malm, Lias, Dogger, Kalke	7				k	D 9.1	D 9.2		
Auen (über 300 m)				10	k				D 10.2
Ökoregion unabhängige Typen									
Auen (über 300 m)	19				k	D 8.1			
	biozönotischer Fließgewässertyp (LAWA-Typ nach Pottgießer & Sommerhäuser (2008))					Diatomeentyp	Geomorphologischer Typ		
	5	Grobmaterialreiche silikatische Mittelgebirgsbäche			s	D 5	Bäche des Buntsandsteins & des Grundgebirges (exklusive Subtyp 5.2 (Vulkanite))		
	5.1	Feinmaterialreiche, silikatische Mittelgebirgsbäche			s				
	5.2	Feinmaterialreiche silikatische Mittelgebirgsbäche in Vulkangebieten			s	D 6	Bäche der Vulkangebiete mit EZG < 100 km ²		
	9	Silikatische fein- bis grobmaterialreiche Mittelgebirgsflüsse			s	D 7	Kleine silikatische Flüsse des Mittelgebirges		
	6	Feinmaterialreiche, karbonatische Mittelgebirgsbäche			k	D 8.1	Bäche und Niederungsfließgewässer der Löss-, Keuper- & Kreideregion		
	19	Kleine Niederungsfließgewässer in Fluss- und Stromtälern			k				
	9.1	Karbonatische fein- bis grobmaterialreiche Mittelgebirgsflüsse			k	D 8.2	Kleine Flüsse der Löss-, Keuper- und Kreideregion		
	7	Grobmaterialreiche karbonatische Mittelgebirgsbäche			k	D 9.1	Bäche der Muschelkalk-, Jura-, Malm-, Lias-, Dogger- & anderer Kalkregionen		
	9.1	Karbonatische fein- bis grobmaterialreiche Mittelgebirgsflüsse			k	D 9.2	Kleine Flüsse der Muschelkalk-, Jura-, Malm-, Lias-, Dogger- & anderer Kalkregionen		
	9.2	Große Flüsse des Mittelgebirges			k	D 10.1	Große Flüsse der Mittelgebirge		
	10	Kiesgeprägte Ströme			k	D 10.2	Ströme der Mittelgebirge		
k = Karbonatisch geprägt Fließgewässer; s = silikatisch geprägte Fließgewässer									

Der Abgleich zeigt, dass nur an wenigen Stellen eine Zusammenfassung bzw. Aufspaltung der geomorphologischen Typen bzw. der Typen der LAWA-Typologie erfolgt.⁷ Die Bestimmung des Diatomeentyps erfolgt daher unter Zuhilfenahme der LAWA-Fließgewässertypologie.⁸

3.2.2 Bewertungsmodul „Nährstoffbewertung“

Das Modul „Nährstoffbewertung“ wird auch als Modul „Trophie- und Saprobienindex“ bezeichnet. Die Bewertung des Moduls erfolgt dabei entweder über den Trophieindex oder den Saprobienindex. Der Trophieindex ist bewertungsrelevant für die Diatomeentypen D 1 bis D 12. Für den Diatomeentyp D 13 wird dagegen aufgrund der bereits im ungestörten Zustand vorliegenden höheren Trophie der Saprobienindex zur Bewertung herangezogen (Schaumburg et al. 2004, 2012b).

Modul Trophieindex:

Das Modul „Trophieindex“ ist ein Maß für die Nährstoffbelastung in einem Gewässer. Zur Bewertung der trophischen Situation wird das Verfahren nach Rott et al. (1999) verwendet (Schaumburg et al. 2004, 2012b). Der Trophieindex nach Rott et al. (1999) „quantifiziert die Auswirkungen der pflanzenverwertbaren Nährstoffe im Gewässer“ (Schaumburg et al. 2012a: 263).

Der Trophieindex (TI) nach Rott et al. (1999) wird mit Hilfe der Gleichung 1 berechnet.

Gleichung 1: Berechnung des Trophieindex nach Rott et al. (1999)

$TI = \frac{\sum_{i=1}^n TW_i \cdot G_i \cdot H_i}{\sum_{i=1}^n G_i \cdot H_i}$	TI : Trophieindex TW _i : Trophiewert der Art i G _i : Indikationsgewicht der Art i H _i : Häufigkeit der Art i in Prozent n : Gesamtzahl der in einer Probe vorhandenen Arten
---	--

In die Berechnung gehen die prozentualen, relativen Häufigkeiten sowie die artspezifischen Trophiewerte und Indikationsgewichte aller in einer Probe bestimmten Taxa mit ein. Der jeweilige Trophie- und Indikationsgewicht einer indikativen Art ist der Indikationsliste aus Schaumburg et al. (2012b) zu entnehmen. Die Indikationsliste entspricht der von Rott et al. (1999), wobei nicht alle der enthaltenen Taxa für das Bewertungsverfahren

⁷ Der LAWA-Typ 5 und 5.1 wird zu dem Diatomeentyp D 5 und der LAWA-Typ 6 und 19 zu dem Diatomeentyp D 8.1 zusammengefasst. Der LAWA-Typ 5 mit seinem Subtyp 5.2 wird zu den Diatomeentypen D 5 und D 6 und LAWA-Typ 9.1 zu den Diatomeentypen D 8.2 und D 9.2 aufgespalten.

⁸ Vgl. hierzu Abschnitt 5.1.1: Tabelle 9: Bestimmungsschlüssel zur Ermittlung des Diatomeentyps in Hessen auf Grundlage der LAWA-Fließgewässertypologie - Ökoregion Mittelgebirge

PHYLIB relevant sind. Nicht relevante, jedoch enthaltene Taxa stellen z.B. zentrische Diatomeen dar. Der Trophieindex kann theoretisch Werte zwischen 0,3 und 3,9 annehmen. Ein größer werdender Indexwert indiziert zunehmende Nährstoffgehalte, mit der eine Verschiebung der Arten innerhalb einer Diatomeengesellschaft von den oligotraphen Taxa über die meso- und eutrophen bis hin zu den polytrophen Taxa einhergeht (Schaumburg et al. 2012a, 2012b).

Modul Saprobienindex:

Das Modul „Saprobienindex“ ist ein Maß für die organische Belastung in einem Gewässer. Zur Bewertung der saprobiellen Situation wird das Verfahren nach Rott et al. (1997) verwendet (Schaumburg et al. 2004, 2012b).

Der Saprobienindex (SI) nach Rott et al. (1997) wird mit Hilfe der Gleichung 2 berechnet.

Gleichung 2: Berechnung des Saprobienindex nach Rott et al. (1997)

$SI = \frac{\sum_{i=1}^n SW_i \cdot G_i \cdot H_i}{\sum_{i=1}^n G_i \cdot H_i}$	SI : Saprobienindex SW _i : Saprobienwert der Art i G _i : Indikationsgewicht der Art i H _i : Häufigkeit der Art i in Prozent n : Gesamtzahl der in einer Probe vorhandenen Arten
---	--

In die Berechnung gehen die prozentualen, relativen Häufigkeiten sowie die artspezifischen Saprobienwerte und Indikationsgewichte aller in einer Probe bestimmten Taxa mit ein. Der jeweilige Saprobie- und Gewichtungswert einer indikativen Art ist der Indikationsliste aus Schaumburg et al. (2012b) zu entnehmen. Der Saprobienindex kann dabei theoretisch Werte zwischen 1,0 und 3,8 annehmen. Ein größer werdender Indexwert indiziert eine zunehmende organische Belastung (Schaumburg et al. 2012a, 2012b).

Bewertung des Moduls „Trophie- und Saprobienindex“

Die einzelnen Diatomeentypen unterscheiden sich stark in ihrer Trophie im ungestörten Referenzzustand. Um einer gewässertypspezifischen und leitbildbezogenen Bewertung gerecht zu werden, erfolgt für jeden Diatomeentyp die Festlegung spezifischer Bewertungsgrenzen für den Trophie- und Saprobienindex (Schaumburg et al. 2004, 2012a). Die festgelegten, typspezifischen Indexgrenzen der einzelnen ökologischen Zustandsklassen sind Tabelle 5 zu entnehmen.

Tabelle 5: Typspezifische Indexgrenzen der ökologischen Zustandsklassen für den Trophie- und Saprobienindex
 1 = sehr guter ökologischer Zustand, 2 = guter ökologischer Zustand,
 3 = mäßiger ökologischer Zustand, 4 = unbefriedigender ökologischer Zustand,
 5 = schlechter ökologischer Zustand
 (Schaumburg et al. 2011 in Müller et al. 2018)

	ökologische Zustandsklassen				
	1	2	3	4	5
Trophieindex nach Rott et al. (1999)					
Diatomeen-Typen der Alpen					
D 1.1	0,30 - 1,64	1,65 - 2,24	2,25 - 2,84	2,85 - 3,24	> 3,24
D 1.2	0,30 - 1,84	1,85 - 2,94	2,95 - 3,00	3,01 - 3,24	> 3,24
Diatomeen-Typen des Alpenvorlandes					
D 2	0,30 - 1,04	1,05 - 1,94	1,95 - 3,14	3,15 - 3,34	> 3,34
D 3	0,30 - 1,84	1,85 - 2,64	2,65 - 3,14	3,15 - 3,34	> 3,34
D 4	0,30 - 1,34	1,35 - 2,54	2,55 - 2,84	2,85 - 3,24	> 3,24
Diatomeen-Typen der Mittelgebirge					
D 5	0,30 - 1,84	1,85 - 2,64	2,65 - 3,14	3,15 - 3,34	> 3,34
D 6	0,30 - 2,24	2,25 - 2,84	2,85 - 3,14	3,15 - 3,34	> 3,34
D 7	0,30 - 2,24	2,25 - 2,84	2,85 - 3,14	3,15 - 3,34	> 3,34
D 8.1	0,30 - 2,64	2,65 - 2,94	2,95 - 3,14	3,15 - 3,34	> 3,34
D 8.2	0,30 - 2,64	2,65 - 2,94	2,95 - 3,14	3,15 - 3,34	> 3,34
D 9.1	0,30 - 0,84	0,85 - 1,74	1,75 - 3,14	3,15 - 3,34	> 3,34
D 9.2	0,30 - 1,54	1,55 - 2,04	2,05 - 3,34	3,35 - 3,54	> 3,54
D 10.1	0,30 - 2,24	2,25 - 2,74	2,75 - 3,04	3,05 - 3,34	> 3,34
D 10.2	0,30 - 2,34	2,35 - 2,84	2,85 - 3,14	3,15 - 3,34	> 3,34
Diatomeen-Typen des Norddeutschen Tieflandes					
D 11	0,30 - 1,64	1,65 - 2,44	2,45 - 2,94	2,95 - 3,34	> 3,34
D 12	0,30 - 2,24	2,25 - 2,64	2,65 - 3,14	3,15 - 3,34	> 3,34
Saprobienindex nach Rott et al. (1997)					
D 13	1,00 - 1,64	1,65 - 1,84	1,85 - 2,04	2,05 - 3,04	> 3,04

Der berechnete Indexwert einer Probe kann dann typspezifisch mit Hilfe der Tabelle 5 einer ökologischen Zustandsklasse zugeordnet werden. Das Modul „Trophie- und Saprobienindex“ bewertet damit die Abweichung des festgestellten trophischen oder saprobiellen Zustands vom gewässertypspezifischen Referenzzustand.

3.2.3 Bewertungsmodul „Artenzusammensetzung und Abundanz“

Die Bewertung des Moduls „Artenzusammensetzung und Abundanz“ erfolgt mit Hilfe der Referenzartensumme (RAS). Die Referenzartensumme ist für alle Diatomeentypen (D 1 bis D 13) bewertungsrelevant (Schaumburg et al. 2004, 2012b).

Die Referenzartensumme ist ein Maß für die Abweichung der vorgefundenen Diatomeengemeinschaft von der zu erwartenden Referenzbiozönose (Schaumburg et al. 2012a).

Die Referenzartensumme stellt die Summe der prozentualen Summenhäufigkeiten der in einer Probe bestimmten Referenzarten dar. Die Referenzartensumme kann dabei Werte zwischen 0 und 100 annehmen. Eine abnehmende Referenzartensumme indiziert eine zunehmende Belastung. Mit zunehmender Belastung verändert sich die Zusammensetzung der Diatomeengesellschaften und verschiebt sich von den im ungestörten Zustand vorkommenden Arten zu den toleranteren Arten bis gar zum Ersatz dieser durch Belastungsanzeiger. Die Referenzarten können der Tabelle der sogenannten „Allgemeinen Referenzarten“ und der Tabelle der sogenannten „Typspezifischen Referenzarten“ aus der Verfahrensanleitung (2012) entnommen werden. Die Tabelle der „Allgemeinen Referenzarten“ umfasst 442 Arten und unterscheidet zwischen Referenzarten für silikatisch geprägte Gewässer und karbonatisch geprägte Gewässer. Der Berechnung der Referenzartensumme werden in Abhängigkeit vom Diatomeentyp diese Referenzartensätze zusammen oder einzeln zu Grunde gelegt. Zusätzlich zu den „Allgemeinen Referenzarten“ wird für die Berechnung der Referenzartensumme die Tabelle der „Typspezifischen Referenzarten“ herangezogen. Welche „Typspezifischen Referenzarten“ herangezogen werden, hängt wiederum vom Diatomeentyp ab. Der Verfahrensanleitung (2012) kann entnommen werden, welche Referenzartensätze für welchen Diatomeentyp anzuwenden sind (Schaumburg et al. 2004, 2012a, 2012b).

Die festgelegten Wertebereiche der einzelnen ökologischen Zustandsklassen für die Referenzartensumme sind in Tabelle 6 dargestellt.

Tabelle 6: Wertebereiche der ökologischen Zustandsklassen für die Referenzartensumme (links) sowie die vorzunehmende Abwertung der Referenzartensumme bei einem Massenvorkommen einer einzelnen typspezifischen Referenzart (> 40%) in Fließgewässern der Mittelgebirge und des Norddeutschen Tieflandes (rechts)

1 = sehr guter ökologischer Zustand, 2 = guter ökologischer Zustand,
 3 = mäßiger ökologischer Zustand, 4 = unbefriedigender ökologischer Zustand,
 5 = schlechter ökologischer Zustand
 (Schaumburg et al. 2004; 2012b)

Summenprozent der Referenzarten	ökologische Zustandsklasse
76 - 100	1
51 - 75	2
26 - 50	3
1 - 25	4
0	5

Summenprozent der typspezifischen Referenzart	Abwertung um:
76 - 100	- 30
51 - 75	- 25
41 - 50	- 20

In den Fließgewässern der Mittelgebirge und des Norddeutschen Tieflandes, d.h. der Diatomeentypen D 5 bis D 13, ist zusätzlich die Diversität der Diatomeengesellschaften als Kriterium „Massenvorkommen einer typspezifischen Referenzart“ bewertungsrelevant. Ein

prozentualer Anteil einer typspezifischen Referenzart größer 40% ist dabei als Massenvorkommen definiert. Massenvorkommen typspezifischer Referenzarten können auf eine Störung der natürlichen Verhältnisse hinweisen. Im Falle eines Massenvorkommens wird daher in Abhängigkeit des prozentualen Anteils der typspezifischen Referenzart eine Abwertung der Summe aller in der Probe enthaltenen Referenzarten um den aus der Tabelle 6 zu ermittelten Wert vorgenommen. Massenvorkommen einer allgemeinen Referenzart sind hingegen in der Regel auf natürliche Vorkommnisse zurückzuführen. (Schaumburg et al. 2012a, 2012b).

Die berechnete Referenzartensumme einer Probe kann dann mit Hilfe von Tabelle 6 einer ökologischen Zustandsklasse zugeordnet werden. Die Referenzartensumme bewertet damit die Abweichung der vorgefundenen Diatomeengemeinschaft vom ungestörten Referenzzustand.

3.2.4 Bewertungsmodul „Halobienindex“

Das Modul „Halobienindex“ wird auch als Modul „Versalzung“ bezeichnet. Die Bewertung des Moduls erfolgt mit Hilfe des Halobienindex. Der Halobienindex ist für alle Diatomeentypen (D 1 bis D 13) bewertungsrelevant (Schaumburg et al. 2004, 2012b).

Das Modul „Halobienindex“ ist ein Maß für die Salzbelastung in einem nicht natürlich salzbeeinflussten und salzhaltigen Gewässer. Die Bewertung von Versalzungerscheinungen basiert auf dem Verfahren nach Ziemann (1999). Die durch Schaumburg et al. (2005) aktualisierte und erweiterte Liste der Indikatorarten für den Salzgehalt nach Ziemann (1999) umfasst derzeit 312 Taxa. Die Indikatorarten für den Salzgehalt werden dabei unterschieden in salzmeidende (haloxene bzw. halophobe) und salzliebende (halophile, mesohalobe und polyhalobe) Taxa. Die aktuelle Indikatorliste kann der Verfahrensanleitung (2012) entnommen werden (Schaumburg et al. 2004, 2012b).

Der Halobienindex (H) nach Ziemann (1999) wird mit Hilfe der Gleichung 3 berechnet.

Gleichung 3: Berechnung des Halobienindex nach Ziemann (1999)

$H = \frac{\sum h_H - \sum h_{hx}}{\sum h} \cdot 100$	<p>H : Halobienindex $\sum h_H$: Abundanzsumme der halophilen, mesohaloben & polyhaloben Taxa $\sum h_{hx}$: Abundanzsumme der haloxenen Taxa $\sum h$: Abundanzsumme aller in einer Probe vorhandenen Taxa</p>
---	--

Die Berechnung des Halobienindex beruht dabei auf der Verhältnisbildung von salzliebenden zu salzmeidenden Taxa anhand der ermittelten Abundanzsummen. Zur Ermittlung der Abundanzsummen müssen daher zuerst die prozentualen Häufigkeiten der in der Pro-

be vorkommenden Taxa in Abundanzwerte überführt werden (Tabelle 7) (Schaumburg et al. 2012a, 2012b).

Tabelle 7: Überführung der prozentualen Häufigkeiten in Abundanzwerte (Schaumburg et al. 2012b)

Prozentuale Häufigkeit	Abundanz
≤ 1,0%	2
> 1,0% und ≤ 2,5%	3
> 2,5% und ≤ 10,0%	5
> 10,0% und ≤ 25,0%	7
> 25,0%	9

Der Halobienindex kann dabei positive sowie negative Werte annehmen. Nach Ziemann (1999) werden folgende Wertebereiche für den Halobienindex definiert:

- negative Werte → salzarme -zumeist elektrolytarmer und/oder saure- Gewässer,
- Werte um 0 → typische Süßgewässer,
- Werte zw. +10 und +30 → erhöhter Salzgehalt,
- Werte ab +30 → mäßige Versalzung und
- Werte ab +50 → starke Versalzung.

Ein größer werdender Indexwert indiziert eine zunehmende Versalzung, mit der eine Verarmung und Verschiebung der Diatomeengesellschaften von den im ungestörten Zustand vorkommenden Arten hin zu Brackwassergemeinschaften einhergeht (Schaumburg et al. 2004, 2012a, 2012b).

Im Rahmen der Bewertung der Teilkomponente Diatomeen erfolgt bei einer vorhandenen anthropogenen Versalzung eine Abstufung der anhand der Bewertungsmodule „Artenzusammensetzung und Abundanzen“ und „Trophie- und Saprobienindex“ ermittelten ökologischen Zustandsklasse um eine Qualitätsklasse. Eine Abstufung wird vorgenommen, wenn der Halobienindex einen Wert von 15 überschreitet.⁹ Die Bewertung anhand des Halobienindex nach Ziemann (1999) erfolgt damit weder typspezifisch noch differenziert über den Belastungsgradienten und stellt damit nur eine Ergänzung der Bewertung als Malusssystem dar. Der Halobienindex nach Ziemann et al. (1999) findet keine Berücksichtigung bei der Bewertung natürlich salzbeeinflusster und salzhaltiger Gewässer wie zum Beispiel tidebeeinflusste oder durch Solequellen beeinflusste Fließgewässer (Schaumburg et al. 2012b; Müller et al. 2018; Coring 2015).

⁹ Vgl. hierzu Abschnitt 3.2.6: Erfolgt die Bewertung anhand mehrerer Teilkomponenten der Qualitätskomponente „Makrophyten und Phytobenthos“, wird eine Abstufung gemäß dem Halobienindex nach Ziemann (1999) erst nach Verschneidung der Teilkomponenten vorgenommen.

3.2.5 Bewertungsmodul „Versauerungsanzeiger“

Die Bewertung des Moduls „Versauerungsanzeiger“ (kurz: Modul „Versauerung“) erfolgt mit Hilfe von Versauerungsanzeigern. Das Modul „Versauerung“ ist dabei nur für die Diatomeentypen D 5, D 6 und D 7 bewertungsrelevant (Schaumburg et al. 2004, 2012a).

Das Modul „Versauerungsanzeiger“ ist ein Maß für Versauerungserscheinungen in Fließgewässern. Die zehn in der Verfahrensanleitung (2012) benannten indikativen Arten wurden auf Grundlage des langjährigen Versauerungsmonitorings deutscher Fließgewässer und weiterer Untersuchungen versauerter Gewässer (Alles 1999; Coring 1999; Hofmann 1989) sowie der Erkenntnisse im Rahmen des PHYLIB-Projektes als Versauerungsanzeiger identifiziert. Mit zunehmender Versauerung steigen die Individuenzahlen dieser Versauerungsindikatoren bis hin zur vollständigen Dominanz der Biozönose bei permanent stark sauren Gewässern (Schaumburg et al. 2004, 2012a).

Die Berechnung der Versauerung erfolgt durch Aufsummierung der prozentualen Summenhäufigkeiten der in der Probe vorgefundenen Versauerungsanzeiger. Die Summe der relativen Häufigkeiten der Versauerungsanzeiger kann dabei Werte von 0 bis 100% annehmen. Ein größer werdender Wert indiziert eine zunehmende Versauerung, mit der eine Verarmung und Verschiebung der Diatomeengesellschaften von den Referenzarten hin zu den charakteristischen Versauerungsanzeigern einhergeht (Schaumburg et al. 2004, 2012a).

Im Rahmen der Bewertung der Teilkomponente Diatomeen erfolgt analog zum Bewertungsmodul „Halobienindex“ bei einer vorhandenen anthropogenen Versauerung eine Abstufung der anhand der Module „Artenzusammensetzung und Abundanzen“ und „Trophie- und Saprobienindex“ ermittelten ökologischen Zustandsklasse“ um bis zu vier Qualitätsklassen.¹⁰ Das Ausmaß der Abstufung hängt von der Höhe der Summe der relativen Häufigkeiten der Versauerungsanzeiger ab. Die Abstufungsgrade sind Tabelle 8 zu entnehmen.

¹⁰ Vgl. hierzu Abschnitt 3.2.6: Erfolgt die Bewertung anhand mehrerer Teilkomponenten der Qualitätskomponente „Makrophyten und Phytobenthos“, wird eine Abstufung gemäß der Versauerungsanzeiger erst nach Verschneidung der Teilkomponenten vorgenommen.

Tabelle 8: Abstufungsgrade der ermittelten ökologischen Zustandsklasse aufgrund anthropogener Versauerung (Schaumburg et al. 2012b)

Summenhäufigkeit der Versauerungsanzeiger	Abstufung um:
10 % - 25 %	1 ökologische Zustandsklasse
26 % - 50 %	2 ökologische Zustandsklasse
51 % - 99 %	3 ökologische Zustandsklasse
100%	4 ökologische Zustandsklasse

Die Bewertung anhand des Versauerungsmoduls erfolgt im Unterschied zum Versalzungsmodul differenziert über den Belastungsgradienten, aber auch nicht typspezifisch. Das Bewertungsmodul „Versauerungsanzeiger“ stellt wie das Modul „Halobienindex“ eine Ergänzung der Bewertung als Malussystem dar (Schaumburg et al. 2012b; Coring 2015).

3.2.6 Gesamtbewertung der Teilkomponente Diatomeen „Diatomeenindex“

Die Gesamtbewertung der Teilkomponente Diatomeen erfolgt mit Hilfe des Diatomeenindex_{Fließgewässer} (DI_{FG}). Die Berechnung des Diatomeenindex basiert dabei auf der arithmetischen Mittelwertbildung der beiden Bewertungsmodule „Trophie- und Saprobienindex“ und „Artenzusammensetzung und Abundanz“. Um gleichwertig in die Mittelwertbildung einzugehen, müssen beide Bewertungsmodule auf eine einheitliche Skala von 0 bis 1 (schlechtester bis bester Zustand) umgerechnet werden (Schaumburg et al. 2004, 2012a).

Die Umrechnung des Bewertungsmoduls „Trophie- und Saprobienindex“ auf eine Skala von 0 bis 1 erfolgt für den Trophieindex nach Rott et al. (1999) mit Hilfe der Gleichung 4 bzw. für den Saprobienindex nach Rott et al. (1997) mit Hilfe der Gleichung 5.

Gleichung 4: Umrechnung des Trophieindex nach Rott et al. (1999) auf eine Skala von 0 bis 1

$$M_{TI} = 1 - \frac{TI - 0,3}{3,6}$$

M_{TI} : Modul „Trophieindex“
TI : berechneter Trophieindex

Gleichung 5: Umrechnung des Saprobienindex nach Rott et al. (1997) auf eine Skala von 0 bis 1

$$M_{SI} = 1 - \frac{SI - 1}{2,8}$$

M_{SI} : Modul „Saprobienindex“
SI : berechneter Saprobienindex

Die Skalierung auf 0 bis 1 für das Bewertungsmodul „Artenzusammensetzung und Abundanz“ wird mit Hilfe der Gleichung 6 vorgenommen.

Gleichung 6: Umrechnung der Referenzartensumme auf eine Skala von 0 bis 1

$M_{ASR} = \frac{\sum_{i=1}^n RA_i}{100}$	<p>M_{ASR} : Modul „Abundanzsumme & Referenzsumme“ RA_i : Abundanz der Referenzart i n : Gesamtzahl der in einer Probe vorhandenen allgemeinen & typspezifischen Referenzarten</p>
---	--

Die skalierten Ergebnisse der beiden Bewertungsmodule „Trophie- und Saprobienindex“ und „Artenzusammensetzung und Abundanz“ können dann mit Hilfe der Gleichung 7 bzw. Gleichung 8 arithmetisch gemittelt werden. Für die Diatomeentypen D 1 bis D 12 geht in die Mittelwertbildung der Trophindex nach Rott et al. (1999) als bewertungsrelevanter Index mit ein, für den Diatomeentyp D 13 dagegen der Saprobienindex nach Rott et al. (1997) (Schaumburg et al. 2012a, 2012b).

Gleichung 7: Berechnung des Diatomeenindex_{Fließgewässer} für die Diatomeentypen D 1 bis D 12

$DI_{FG} = \frac{M_{ASR} + M_{TI}}{2}$	<p>DI_{FG} : Diatomeenindex_{Fließgewässer} M_{ASR} : Modul „Abundanzsumme & Referenzsumme“ M_{TI} : Modul „Trophieindex“</p>
--	--

Gleichung 8: Berechnung des Diatomeenindex_{Fließgewässer} für den Diatomeentyp D 13

$DI_{FG} = \frac{M_{ASR} + M_{SI}}{2}$	<p>DI_{FG} : Diatomeenindex_{Fließgewässer} M_{ASR} : Modul „Abundanzsumme & Referenzsumme“ M_{SI} : Modul „Saprobienindex“</p>
--	--

Analog zum Bewertungsmodul „Trophie- und Saprobienindex“ bzw. „Artenzusammensetzung und Abundanz“ kann dem berechneten Diatomeenindex_{Fließgewässer} typspezifisch eine ökologische Zustandsklasse zugeordnet werden. Die so ermittelte ökologische Zustandsklasse wird durch die Anwendung der ergänzenden Bewertungsmodule „Halobienindex“ und „Versauerungsanzeiger“ gemäß der Abschnitte 3.2.4 und 3.2.5 gegebenenfalls abgestuft (Schaumburg et al. 2004, 2012b).

Die Ermittlung des Diatomeenindex_{Fließgewässer} und der ökologischen Zustandsklasse für die Teilkomponente Diatomeen ist schematisch in Abbildung 11 dargestellt.

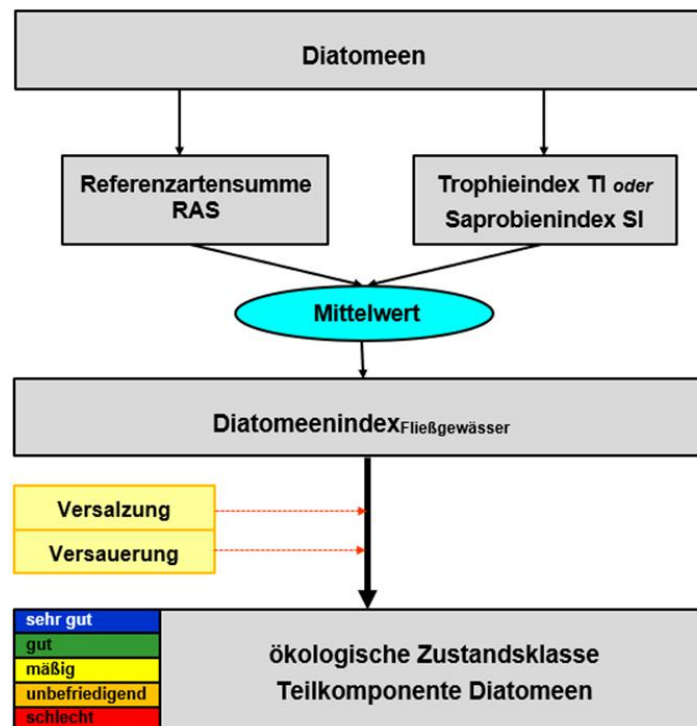


Abbildung 11: Schematische Darstellung der Ermittlung des Diatomeenindex_{Fließgewässer} und der ökologischen Zustandsklasse für die Teilkomponente Diatomeen

Das Schema verdeutlicht die ergänzende Funktion der beiden Bewertungsmodule „Halobienindex“ und „Versauerungsanzeiger“ als Malussystem. Erfolgt die Bewertung anhand mehrerer Teilkomponenten der Qualitätskomponente „Makrophyten und Phytobenthos“, wird eine Abstufung gemäß den beiden Bewertungsmodulen „Halobienindex“ und „Versauerungsanzeiger“ erst nach Verschneidung der Teilkomponenten der Qualitätskomponente „Makrophyten und Phytobenthos“ vorgenommen (Schaumburg et al. 2004, 2012b).

4 Einordnung in den Forschungsstand

Der Trophieindex nach Rott et al. (1999) ist derzeit in Deutschland ein fester Bestandteil des interkalibrierten Bewertungsverfahrens PHYLIB zur ökologischen Zustandsbewertung nach der EU-WRRL. Bereits im Rahmen der Entwicklung des nationalen Bewertungsverfahrens PHYLIB wurde angemerkt, dass die trophische Einstufung einiger Arten nach Rott et al. (1999) nicht der biologischen Realität entspricht. Da in Österreich der Trophieindex nach Rott et al. (1999) ebenfalls als Bewertungselement nach der EU-WRRL eingesetzt werden sollte, wurde in Hinblick auf die internationale Vergleichbarkeit (Interkalibrierung) auf eine Überarbeitung im Rahmen der Verfahrensentwicklung verzichtet (Schaumburg et al. 2005b).

Insbesondere durch den praktischen Einsatz des Trophieindex nach Rott et al. (1999) in den letzten 15 Jahren im Zuge der EU-WRRL konnte der Erfahrungsschatz bzw. der Wissensstand bezüglich der trophischen Bewertung anhand der benthischen Diatomeen vergrößert werden. Der vergrößerte Wissensstand umfasst taxonomische Änderungen einschließlich geänderter Gattungs- und Art- bzw. Varietätskonzepte sowie neue Erkenntnisse über die Autökologie einiger benthischer Algen, die die bereits festgestellten Diskrepanzen bestätigen, und eine Überarbeitung der artspezifischen Einstufungen nach Rott et al. (1999) erforderlich machen. Zudem wurden weitere Arten in Österreich und Deutschland gefunden, die nicht in den Indikationslisten nach Rott et al. (1999) aufgeführt sind, sich aber als Indikatorarten eignen würden (Pfister et al. 2016). Daher wurde durch Pfister et al. (2016) eine Überarbeitung des bestehenden Trophie- und Saprobiebewertungssystems nach Rott et al. (1997, 1999) durchgeführt. Der grundsätzliche Aufbau des Bewertungssystems wie die Berechnung des Trophie- und Saprobienindex oder der Algorithmus für die Ableitung der artspezifischen Trophie- und Saprobiewerte bzw. der Gewichtungen sollte dabei nicht verändert werden. Pfister et al. (2016) standen für die Überarbeitung des bestehenden Trophie- und Saprobiebewertungssystems im Vergleich zu Rott et al. (1997, 1999) ein wesentlich größerer und repräsentativer Datensatz aus Deutschland und Österreich zur Verfügung.¹¹ Das Ergebnis der Überarbeitung ist eine taxonomisch aktualisierte und ergänzte Indikationsliste einschließlich angepasster bzw. neu definierter artspezifischer Trophie- und Saprobiewerte sowie Indikationsgewichte.

¹¹ Aus Deutschland konnten mehr als 8.000, aus Österreich mehr als 5.000 Untersuchungsergebnisse für die Überarbeitung des bestehenden Trophie- und Saprobiebewertungssystems nach Rott et al. (1997, 1999) zur Verfügung gestellt werden.

Im Vergleich zur Indikationsliste nach Rott et al. (1999) mit 827 Taxa enthält die überarbeitete Liste nur noch 654 Taxa mit einem zugewiesenen artspezifischen Trophiewert. Allerdings weisen Pfister et al. (2016) daraufhin, dass hierdurch keine bewertungstechnischen Nachteile entstehen, da die Rott'sche Liste bereits selbst irrelevante Taxa enthält. Beispielsweise sind planktisch und aerisch lebende Diatomeenarten in der Liste enthalten, die aufgrund ihrer Lebensweise nicht für die Fließgewässerbewertung geeignet sind. Zudem sind Diatomeenarten in der Liste aufgeführt, die bis heute weder in Deutschland noch in Österreich nachgewiesen wurden. In der Summe handelt es sich um etwa 110 irrelevante Taxa.

Pfister et al. (2016) konnten durch den Vergleich der beiden Trophieindizes auf Basis der alten und neuen Indikationswerte zeigen, dass ein hoch signifikanter Zusammenhang zwischen beiden Systemen besteht. Die anhand der neuen Werte ermittelten Trophieindizes liegen über das gesamte Trophiespektrum im Durchschnitt deutlich niedriger als im System nach Rott et al. (1999). Ohne Anpassung der Trophieklassengrenzen würde dies zu einer mildereren Trophiebewertung führen, so dass durch Pfister et al. (2016) auch bewertungstechnische Modifikationen vorgenommen wurden. Die Ableitung der neuen Trophieindexklassengrenzen erfolgte dabei rechnerisch aus dem statistischen Zusammenhang zwischen den beiden Trophieindizes. In der Folge liegen die neu abgeleiteten Trophieklassengrenzen niedriger als im bestehenden System nach Rott et al. (1999).

Im Fokus dieser Masterarbeit steht daher das überarbeitete Trophie-Bewertungssystem nach Pfister et al. (2016), das an den hessischen Diatomeenaufnahmen anzuwenden ist.

Analog zu Pfister et al. (2016) sind daher vergleichende Auswertungen zwischen dem Trophie-Bewertungssystem nach Rott et al. (1999) und dem neuen System nach Pfister et al. (2016) anhand der hessischen Diatomeenaufnahmen durchzuführen. Als weiteren Ausgangspunkt sind die Trophieindexklassengrenzen für die ökologische Zustandsbewertung im bestehenden System nach Rott et al. (1999) zu überprüfen und zu überarbeiten. Die Auswirkungen der überarbeiteten Klassengrenzen sind auf der Ebene der ökologischen Zustandsbewertung durch Vergleich mit den im Rahmen des PHYILB-Projektes ermittelten Trophieindexklassengrenzen aufzuzeigen und zu bewerten. Im Falle von bewertungstechnischen Auswirkungen bei Anwendung der Trophieindizes auf Basis der neuen Indikationswerte sind analog zu Pfister et al. (2016) neue Trophieindexklassengrenzen abzuleiten, die ebenfalls auf der Ebene der ökologischen Zustandsbewertung zu vergleichen und zu bewerten sind.

Zudem sind statistische Analysen in Hinblick auf Korrelationen der trophischen Situation mit Struktur- und Landnutzungsparametern sowie mit chemisch-physikalischen Parame-

tern durchzuführen. Mit Hilfe von signifikanten Korrelationen können Belastungsfaktoren erkannt werden, so dass diese für eine effiziente Maßnahmenplanung bei der Umsetzung der EU-WRRL unterstützend hinzugezogen werden sollten. Darüber hinaus sollen mit Hilfe der statistischen Analysen die beiden Systeme Rott et al. (1997, 1999) und Pfister et al. (2016) miteinander verglichen und bewertet werden.

Für die Bundesrepublik Deutschland wurde seit dem Jahr 1976 bis zum Jahr 2000 durch die Länderarbeitsgemeinschaft Wasser (LAWA) im regelmäßigen Turnus eine biologische Gewässergütekarte veröffentlicht. Für Hessen wurde bereits im Jahr 1970 eine erste Gewässergütekarte erarbeitet. Im Jahr 2006 konnte Hessen als erstes Bundesland eine Gewässergütekarte präsentieren, die den Anforderungen der EU-WRRL (typspezifische Bewertung) gerecht wurde. Die biologischen Gewässergütekarten liefern allgemeinverständlich, ob deutschland- oder hessenweit, einen Gesamtüberblick über den aktuellen Grad der saprobiellen Belastung der Fließgewässer und ermöglichen damit generelle Aussagen über die Qualität eines Gewässers. Mit Hilfe der Gütekarten können also noch bestehende Defizite aufgezeigt sowie Verbesserungen infolge durchgeführter wasserwirtschaftlicher Maßnahmen durch den Vergleich mit früheren Karten dokumentiert werden (LAWA 2002; Banning und Helsper 2010).

Im Fokus der „klassischen“ Gewässergütekarte befinden sich die biologischen Auswirkungen von Abwasserbelastungen durch leicht abbaubare organische Substanzen, die in Folge ihres Abbaus den Sauerstoffgehalt im Gewässer reduzieren. Aussagen über trophische Belastung können dagegen nicht anhand der Gütekarte getroffen werden. Lediglich die von den Nährstoffen hervorgerufene organische Belastung wird als Sekundärbelastung abgebildet. Um auch einen Überblick über den Grad der trophischen Belastungen (Eutrophierung) der Fließgewässer zu erhalten, wurde daher in Bayern wie auch in Oberösterreich neben der „klassischen“ Gewässergütekarte „Saprobie“ auch eine Gewässergütekarte „Trophie“ bzw. „Trophiekarte“ erarbeitet, die als Basis für wasserwirtschaftliche Maßnahmen bezüglich vorhandener Nährstoffbelastungen fungiert (LAWA 2002; Regierung von Schwaben 2003; Amt der oberösterreichischen Landesregierung 1997).

Aus diesem Grund soll auch für Hessen anhand der Diatomeen eine Trophiekarte gemäß den Anforderungen der EU-WRRL erstellt werden. Die Trophiekarte soll künftig als Basis für die hessische Maßnahmenplanung bezüglich der Ableitung notwendiger Maßnahmen zur Nährstoffreduktion herangezogen werden.

Die verwendeten Daten sowie die Methoden für die statistische Auswertung werden in Kapitel 1 beschrieben. In Kapitel 1 werden dann die Ergebnisse zu den in der Aufgabenstellung formulierten Zielen entsprechend vorgestellt und diskutiert.

5 Material und Methoden

5.1 Datengrundlage: Umfang und Struktur

Die Datenbasis für die in dieser Masterarbeit dargestellten Auswertungen bilden die Ergebnisse aus dem hessischen Monitoring-Programm, die durch das Hessische Landesamt für Naturschutz, Umwelt und Geologie (HLNUG) bereitgestellt wurden. Die bereitgestellten Daten wurden - falls erforderlich - aufbereitet und anschließend in einer Access-Datenbank vereinigt. Die in der Access-Datenbank zusammengeführten Informationen können dabei einer der drei nachfolgenden Datensätze zugeordnet werden:

- 1) Biologie inklusive Stammdaten,
- 2) Struktur und Landnutzung und
- 3) Chemie.

Im Folgenden werden die drei zusammengestellten Datensätze kurz vorgestellt.

5.1.1 Datensatz: Biologie inklusive Stammdaten

Insgesamt konnten 1.676 Datenerhebungen zu der Teilkomponente Diatomeen zur Verfügung gestellt werden. Die Probennahme, Präparation, Auszählung und Datendokumentation erfolgte dabei gemäß den Vorgaben des PHYLIB-Verfahrens (Schaumburg et al. 2012b). Jede bereitgestellte Diatomeenerhebung umfasst eine Artenliste mit Angaben zu den relativen Häufigkeiten. Die Artenzahlen in den einzelnen Diatomeenaufnahmen bewegen sich zwischen 7 und 99 Taxa pro Aufnahme. Im Mittel liegen 28 Taxa pro Aufnahme vor.

Die Bewertung der Fließgewässer anhand der biologischen Qualitätskomponente „Makrophyten und Phytobenthos“ wurde erst mit der EU-WRRL eingeführt, so dass für diese biologische Qualitätskomponente zunächst ein Messnetz für die Überwachung und Bewertung des ökologischen Zustandes aufgebaut werden musste. Beim Aufbau des Überwachungs- und Bewertungsmessnetzes für die Diatomeen wurde dabei wie folgt vorgegangen:

Im Jahr 2005 wurde erstmals die Teilkomponente Diatomeen untersucht. Insgesamt wurden 206 Diatomeenuntersuchungen an unterschiedlichen Wasserkörpern durchgeführt. Bei der Auswahl der Wasserkörper lag zunächst der Fokus auf einer eventuell erhöhten Phosphatbelastung entsprechend den Ergebnissen der Bestandsaufnahme aus dem Jahr 2004. Es wurden für diesen Untersuchungsdurchgang 19 Gewässerabschnitte an Wasserkörpern ausgewählt, die im Zuge der Bestandsaufnahme hinsichtlich einer Phosphat-

belastung mit der Zielerreichung „unwahrscheinlich“ eingestuft wurden.¹² Zudem wurden 175 Abschnitte an Wasserkörpern ausgesucht, die auf Grund einer Phosphatbelastung mit der Zielerreichung „unklar“ eingeordnet wurden.¹³ Die im Hinblick auf eine Phosphatbelastung mit der Zielerreichung „wahrscheinlich“ eingestuften Wasserkörper wurden nur an 12 Abschnitten beprobt. Bei der Auswahl der zu kartierenden Gewässerabschnitte wurde in diesem Untersuchungsdurchgang für einen ersten Vergleich auf die anhand der Struktur ausgewählten Untersuchungsbereiche für das Makrozoobenthos zurückgegriffen.

Die Auswertung des ersten Untersuchungsdurchgangs zeigte, dass mehrheitlich die Messstellen in die Zustandsklassen mäßig bis schlecht eingestuft wurden. Lediglich an 18 Untersuchungsbereichen konnte der sehr gute bzw. gute ökologische Zustand erreicht werden.

Im Jahr 2006 wurden insgesamt 232 Gewässerabschnitte erfasst. Ziel des zweiten Untersuchungsdurchgangs war es, die erhöhte Trophie durch Phosphormesswerte plausibilisieren zu können. Die Diatomeenmessstellen wurden daher in die Nähe der Messstellen „allgemein physikalisch-chemische Parameter“ gelegt. Die Messstellen befanden sich somit in der Regel im unteren Gewässerabschnitt. Bei der Verortung der Diatomeenmessstellen wurde jedoch darauf geachtet, dass die Untersuchungsbereiche mindestens einen Abstand von 500 m zur Einmündung in das nächst größere Fließgewässer aufwiesen, um mögliche Einflüsse aus diesem zu vermeiden.

Die Auswertung des zweiten Untersuchungsdurchgangs zeigte erneut, dass kein sehr guter bzw. guter ökologischer Zustand erzielt werden konnte. In der Folge wurde das Messnetz auf nahezu alle Wasserkörper - unabhängig von den Ergebnissen der Bestandsaufnahme - erweitert.

In den nächsten Jahren konnte das Messnetz für die Diatomeen auf die gesamte Landesfläche ausgedehnt und verdichtet werden.

Die bereitgestellten 1.676 Diatomeenaufnahmen stammen dabei von insgesamt 1.110 Monitoring-Messstellen an 383 hessischen Fließgewässern und wurden in einem Zeitraum von 2005 bis 2016 erhoben.

Abbildung 12 zeigt die Verteilung der 1.110 Diatomeen-Messstellen über Hessen. Die Diatomeen-Messstellen verteilen sich nahezu flächendeckend über Hessen.

¹² Insgesamt 27 Wasserkörper wurden im Zuge der Bestandsaufnahme auf Grund einer Phosphatbelastung (Gesamt-Phosphor > 0,3 mg/l (90-Perzentil)) mit der Zielerreichung „unwahrscheinlich“ eingestuft.

¹³ Insgesamt 185 Wasserkörper wurden im Zuge der Bestandsaufnahme auf Grund einer Phosphatbelastung (Abwasseranteil MNQ > 10%) mit der Zielerreichung „unklar“ eingestuft.

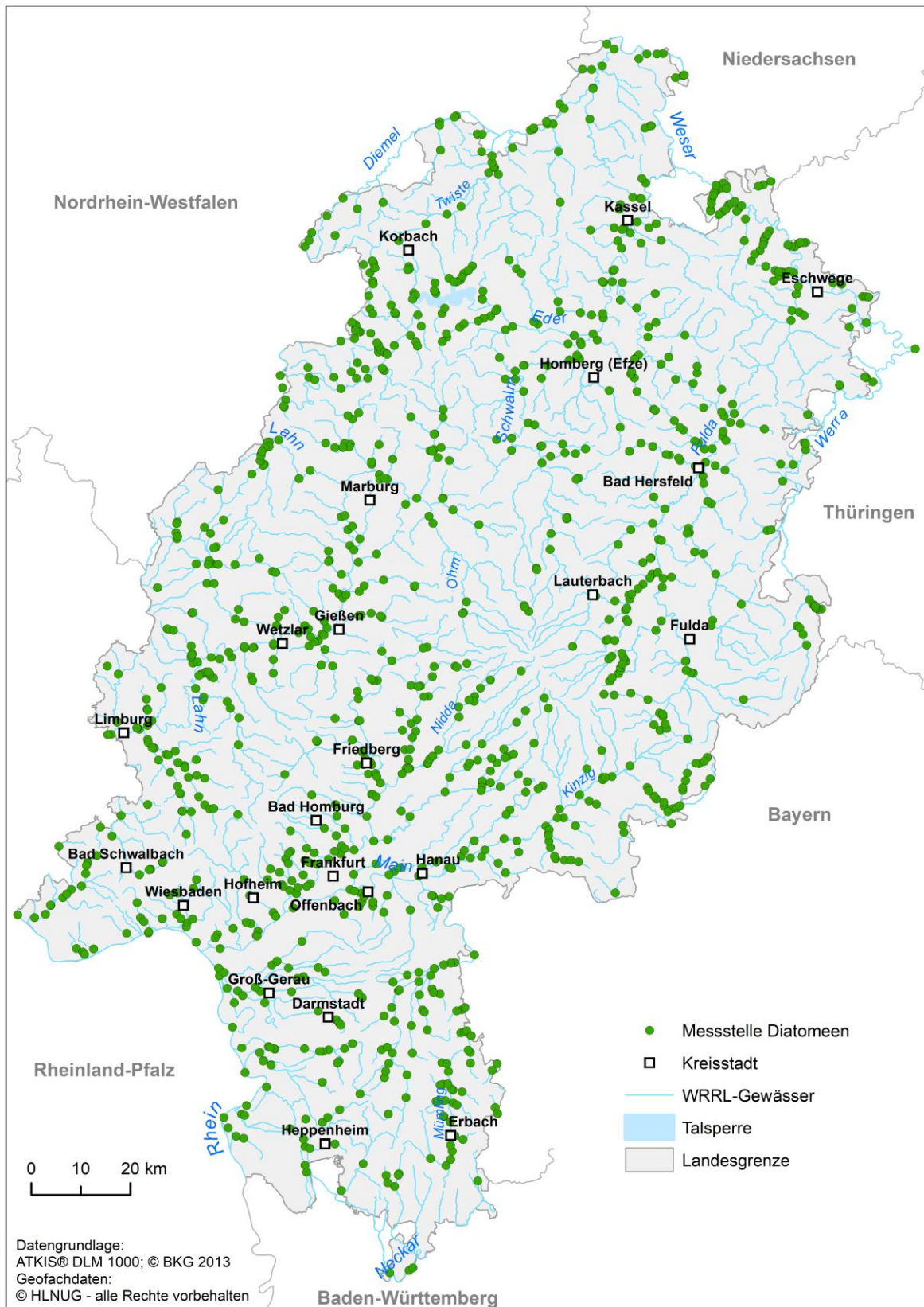


Abbildung 12: Verteilung der 1.110 Diatomeen-Messstellen über Hessen - Stand 2016

Die Diatomeenaufnahmen wurden zudem mit den folgenden Stammdaten ausgestattet: Wasserkörpername bzw. -nummer, Gewässerkennzahl, Fischregion, Einzugsgebietsgrö-

ße sowie Typzuordnung der Messstelle. Bei der Typzuordnung handelt es sich zum einen um den für die Makrozoobenthos-Bewertung relevanten Fließgewässertyp nach Sommerhäuser und Pottgiesser (2008) und zum anderen um den Diatomeentyp.

Die Verteilung der Diatomeenaufnahmen auf die einzelnen Fließgewässertypen ist Abbildung 13 zu entnehmen. Alle neun in Hessen vorkommenden Gewässertypen sind dabei vertreten.

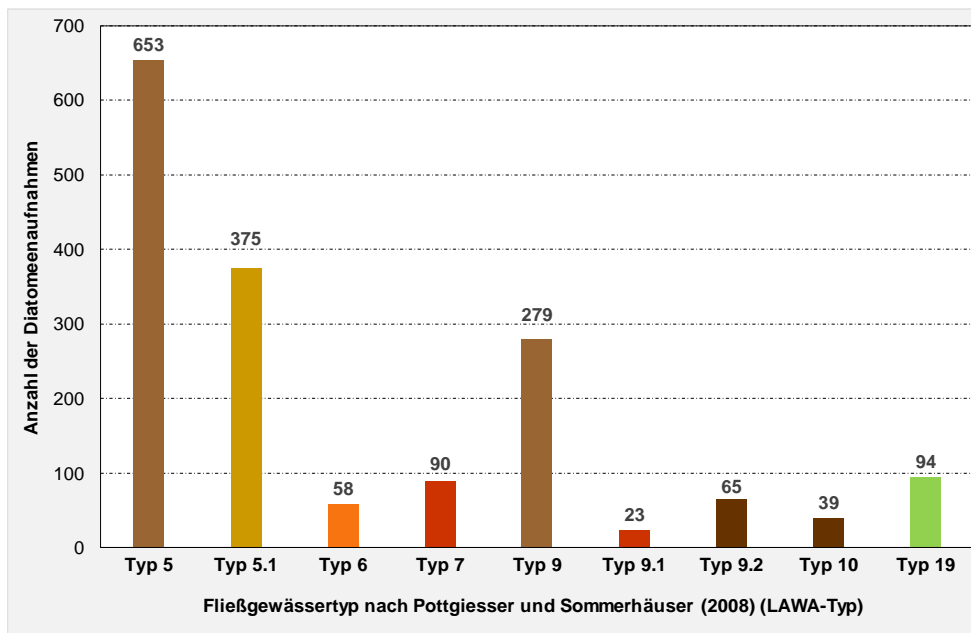


Abbildung 13: Verteilung der Diatomeenaufnahmen auf die neun hessischen Fließgewässertypen

Der Fließgewässertyp 5 „grobmaterialreiche, silikatische Mittelgebirgsbäche“ (LAWA-Typ 5) ist derjenige Typ mit der größten Anzahl an Diatomeenaufnahmen (653 Aufnahmen; 39%) und gleichzeitig auch der in Hessen am häufigsten vorkommende Gewässertyp (HMUKLV 2015a).¹⁴ Ebenfalls aufnahmestark vertreten sind die „feinmaterialreichen, silikatischen Mittelgebirgsbäche“ (LAWA-Typ 5.1) mit 375 Aufnahmen (22%) und die „silikatischen, fein bis grobmaterialreichen Mittelgebirgsflüsse“ (LAWA-Typ 9) mit 279 Aufnahmen (17%). Die Verteilung der Diatomeenaufnahmen auf die Fließgewässertypen kann als repräsentativer Querschnitt betrachtet werden.

Im Gegensatz zu den zuvor genannten Daten konnte die Diatomeentypzuordnung nicht als gesichert betrachtet werden. Voraussetzung für die Bewertung des ökologischen Zustandes anhand der Diatomeen ist jedoch die korrekte Zuordnung der Messstelle zum entsprechenden Diatomeentyp. Vor der Überführung in die Projekt-Datenbank musste

¹⁴ 188 von insgesamt 433 Fließgewässerwasserkörpern (43%) wurden dem LAWA-Typ 5 zugeordnet (HMUKLV 2015a).

daher die Diatomeentypzuordnung überprüft und gegebenenfalls überarbeitet werden. Die korrekte Zuordnung einer Messstelle zu einem Diatomeentyp erfolgt unter Zuhilfenahme der LAWA-Fließgewässertypologie.¹⁵ Tabelle 9 zeigt den für die hessischen Fließgewässer erforderlichen Bestimmungsschlüssel zur Ermittlung des Diatomeentyps auf Grundlage des ausgewiesenen LAWA-Fließgewässertyps (Schaumburg et al. 2012b).

Tabelle 9: Bestimmungsschlüssel zur Ermittlung des Diatomeentyps in Hessen auf Grundlage der LAWA-Fließgewässertypologie - Ökoregion Mittelgebirge (Schaumburg et al. 2012b; Müller et al. 2018)

Diatomeen-Typen der Mittelgebirge		
LAWA-Typ	Zusatzbedingungen	Diatomeen-Typ
5	exklusive Subtyp 5.2 (Vulkanite)	→ D 5
5.1	-	→ D 5
11	und Ökoregion Mittelgebirge	→ D 5
5.2	-	→ D 6
9	-	→ D 7
6	-	→ D 8.1
19	und Ökoregion Mittelgebirge	→ D 8.1
9.1	und Löss-, Keuper- und Kreideregionen; exklusive Muschelkalk-, Jura-, Malm-, Lias-, Dogger- und anderer Kalkregionen	→ D 8.2
7	-	→ D 9.1
9.1	und Muschelkalk-, Jura-, Malm-, Lias-, Dogger- und anderer Kalkregionen; exklusive Löss-, Keuper- und Kreideregionen	→ D 9.2
9.2	-	→ D 10.1
10	-	→ D 10.2

Die Verteilung der Diatomeenaufnahmen auf die einzelnen Diatomeentypen gibt Abbildung 14 wieder. Aus der Tatsache, dass die Typfestlegung nach dem in Tabelle 9 dargestellten Bestimmungsschlüssel erfolgt, stellt der Diatomeentyp D5 „Bäche des Buntsandsteins und des Grundgebirges“ mit 938 Diatomeenerhebungen den mit Abstand aufnahmestärksten Typ dar.

¹⁵ Vgl. hierzu Abschnitt 3.2.1

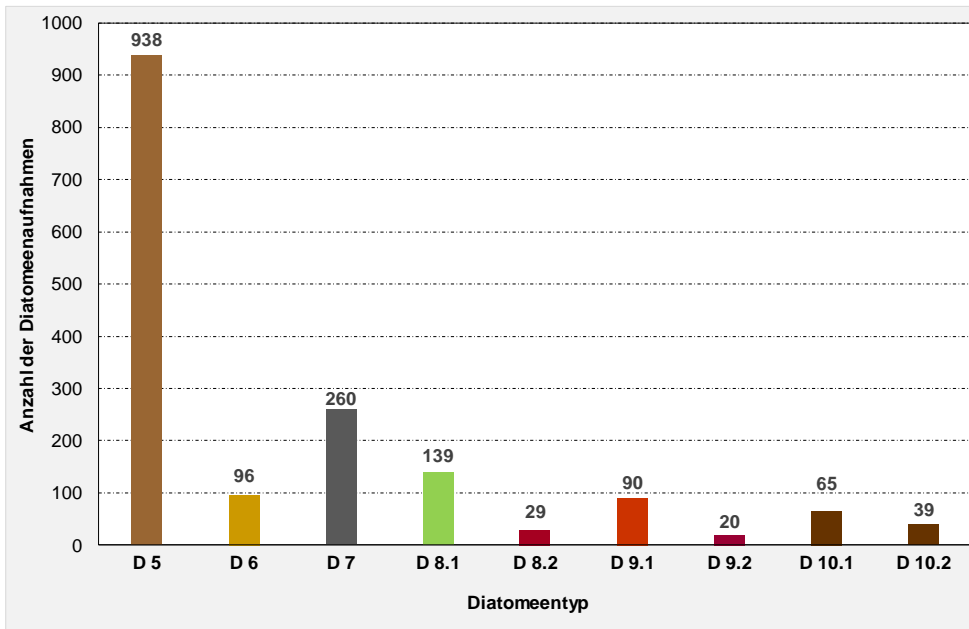


Abbildung 14: Verteilung der Diatomeenaufnahmen auf die Diatomeentypen

Abbildung 15 zeigt die Verteilung der Diatomeenaufnahmen auf die Gewässergröße. Die Diatomeenaufnahmen decken dabei alle Größenklassen ab. Die größte Anzahl an Aufnahmen entfällt auf die Größenklasse der Bäche mit einem Einzugsgebiet kleiner 100 km².

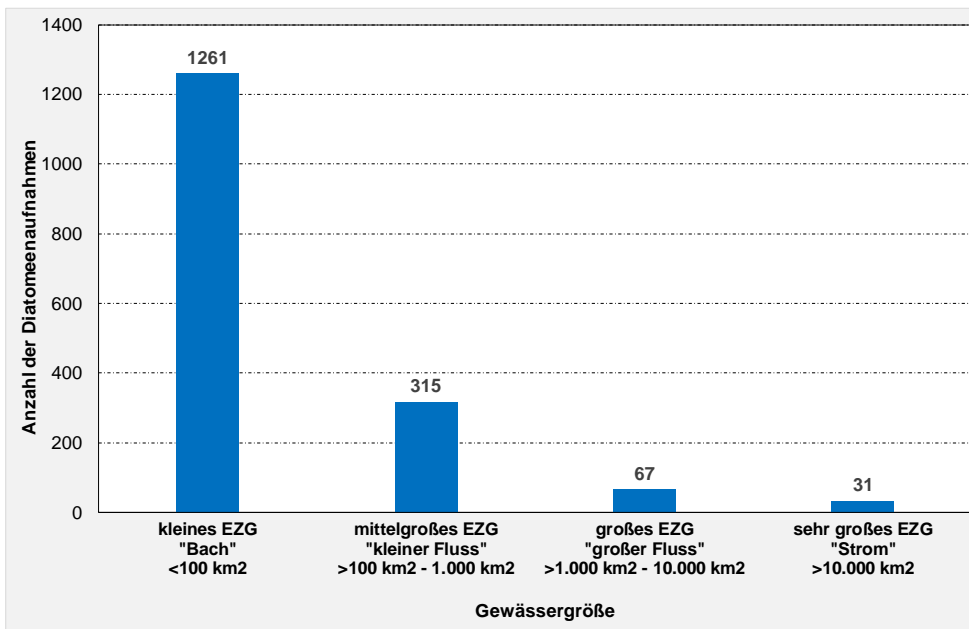


Abbildung 15: Verteilung der Diatomeenaufnahmen auf die Gewässergröße

5.1.2 Datensatz: Struktur und Landnutzung

Der Datensatz „Struktur und Landnutzung“ umfasst gewässerstrukturelle Parameter und Parameter der Landnutzung sowie darauf beruhende Indizes. Ziel ist es, alle

Diatomeenaufnahmen mit diesen Informationen auszustatten und in die Datenbank einzuspeisen. Jedoch sind nicht immer alle Informationen für jede einzelne Diatomeenaufnahme vorhanden. Tabelle 10 gibt eine Übersicht über die zusammengestellten Struktur- und Landnutzungsdaten einschließlich ihrer Wertebereiche bzw. Skalen. Zudem ist für jeden Parameter bzw. Index die zur Verfügung stehende Datenanzahl aufgeführt.

Tabelle 10: Übersicht über die zusammengestellten Struktur- und Landnutzungsdaten

	Parameter	Maßeinheit bzw. Wertebereich	Orientierung der Skala bzw. Klassen	Anzahl Daten
Angaben aus den Feldprotokollen	Laufentwicklung (HP)	als bewertete Klasse 1-7	unverändert → vollständig verändert	895
	Längsprofil (HP)	als bewertete Klasse 1-7	unverändert → vollständig verändert	895
	Sohlstruktur (HP)	als bewertete Klasse 1-7	unverändert → vollständig verändert	1.304
	Querprofil (HP)	als bewertete Klasse 1-7	unverändert → vollständig verändert	1.312
	Uferstruktur (HP)	als bewertete Klasse 1-7	unverändert → vollständig verändert	1.314
	Gewässerumfeld (HP)	als bewertete Klasse 1-7	unverändert → vollständig verändert	893
	Gesamtstrukturgüte	als bewertete Klasse 1-7	unverändert → vollständig verändert	1.314
	Trübung	als bewertete Klasse 1-4	klar → stark getrübt	1.448
	Beschattung Sohlenbereiche	als bewertete Klasse 1-5	schattig → vollsonnig	1.566
Ermittlung aus der Gewässerstrukturtaxierung 2012/13	Habitatindex _{Strömung}	Indexwert [1;7]	unverändert → vollständig verändert	1.578
		als bewertete Klasse 1-7	unverändert → vollständig verändert	
	Habitatindex _{Sohle}	Indexwert [1;7]	unverändert → vollständig verändert	1.676
		als bewertete Klasse 1-7	unverändert → vollständig verändert	
	Habitatindex _{Ufer}	Indexwert [1;7]	unverändert → vollständig verändert	1.627
		als bewertete Klasse 1-7	unverändert → vollständig verändert	
(Gesamt-)Habitatindex	Indexwert [1;7]	unverändert → vollständig verändert	1.578	
	als bewertete Klasse 1-7	unverändert → vollständig verändert		
Angaben bzw. Ermittlung aus den Corine Land Cover-Daten 2012	LN-Kategorie_100_500 Wald	Deckungsgrad in Prozent	-	1.627
	LN-Kategorie_100_500 Grünland	Deckungsgrad in Prozent	-	1.627
	LN-Kategorie_100_500 Ackerland	Deckungsgrad in Prozent	-	1.627
	LN-Kategorie_100_500 Dauerkulturen	Deckungsgrad in Prozent	-	1.627
	LN-Kategorie_100_500 heterogene Flächen	Deckungsgrad in Prozent	-	1.627
	LN-Kategorie_100_500 Städtische Nutzung	Deckungsgrad in Prozent	-	1.627
	LUI_100_500	Indexwert [0;400]	geringe → intensive Landnutzung	1.627
		als bewertete Klasse 1-6	geringe → intensive Landnutzung	
	LN-Kategorie_500_5000 Ackerland	Deckungsgrad in Prozent	-	1.627
	LN-Kategorie_500_5000 Dauerkulturen	Deckungsgrad in Prozent	-	1.627
	LN-Kategorie_500_5000 heterogene Flächen	Deckungsgrad in Prozent	-	1.627
	LN-Kategorie_500_5000 Städtische Nutzung	Deckungsgrad in Prozent	-	1.627
	LUI_500_5000	Indexwert [0;400]	geringe → intensive Landnutzung	1.627
		als bewertete Klasse 1-6	geringe → intensive Landnutzung	

HP = Hauptparameter
 LN = Landnutzung; LUI = Landnutzungsindex
 Zahlenangabe bei der LN-Kategorie und dem LUI = Breite und Länge des Pufferstreifens in Metern

Für den Datensatz wurden als gewässerstrukturelle Parameter die indexdotierten Hauptparameter der Strukturgüte (Laufentwicklung, Längsprofil, Sohlstruktur, Querprofil, Uferstruktur, Gewässerumfeld) sowie die Gesamtstrukturgüte der Untersuchungsbereiche der Diatomeen ausgewählt. Diese Daten entstammen dabei den Feldprotokollen, die bei jedem biologischen Monitoring auszufüllen sind (HMULV 2007). Diese Gewässerstrukturgütedaten aus den Feldprotokollen wurden dabei in Anlehnung an die Gewässerstrukturgütekartierung (LAWA 1999) erfasst und bewertet. Die Bewertung der Hauptparameter

sowie der Gesamtstrukturgüte erfolgte dementsprechend auch hier gewässertypspezifisch nach dem Grad der Abweichung zu dem potenziell natürlichen Gewässerzustand mit Hilfe einer 7-stufigen Skala, wobei Klasse 1 den unveränderten Zustand (Referenz) darstellt. Abbildung 16 zeigt die Verteilung der 1.676 Untersuchungsbereiche auf die einzelnen Gewässerstrukturgüteklassen für den Parameter Gesamtstrukturgüte. Die Mehrzahl der Untersuchungsbereiche wurde in die Gewässerstrukturgüteklassen 3 bis 6 eingestuft.¹⁶ Die Datenlage für die Klassen 1, 2 und 7 ist dagegen deutlich geringer.

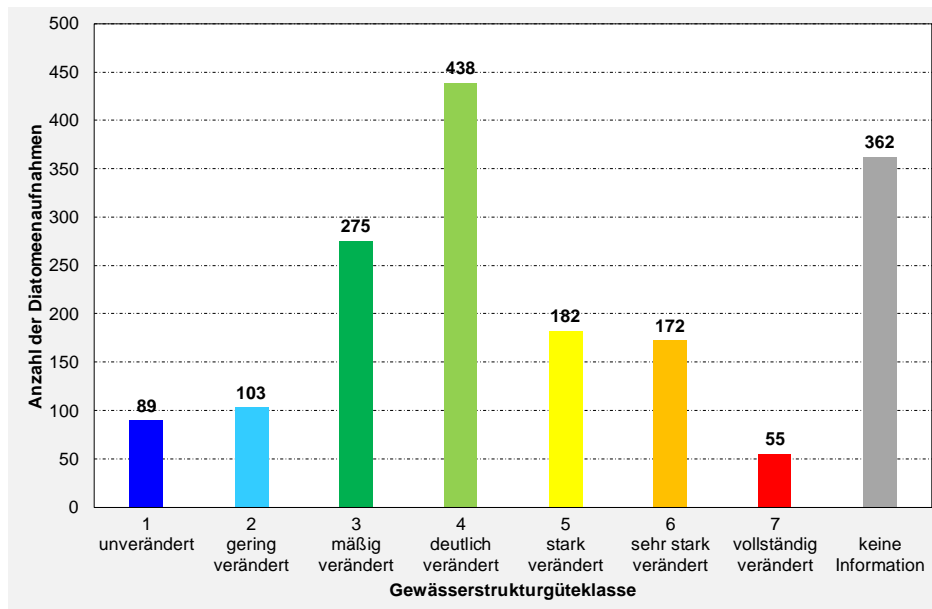


Abbildung 16: Verteilung der 1.676 Untersuchungsbereiche auf die Gewässerstrukturgüteklassen für den Parameter Gesamtstrukturgüte

Die deskriptiven Parameter Trübung und Beschattung der Sohlenbereiche wurden ebenfalls den Feldprotokollen entnommen und klassifiziert. Tabelle 11 zeigt die aufgestellten Klassen für die deskriptiven Angaben dieser beiden Parameter.

Tabelle 11: Trübungs- und Beschattungsskala

Skala	Trübung	Skala	Beschattung Sohlenbereiche	Definition entsprechend dem Feldprotokoll (HMULV 2007)
1	klar/fast klar	1	schattig	voller Schatten
2	schwach	2	halbschattig	>50% des Tages im Schatten
3	mäßig	3	absonnig	überwiegend sonnig, in den heißesten Stunden aber schattig
4	stark	4	sonnig	zumindest in den wärmsten Stunden
		5	vollsonnig	von Sonnenaufgang bis -untergang

Als weitere gewässerstrukturelle Parameter wurde der Habitatindex mit seine Komponenten $Habitatindex_{Strömung}$, $Habitatindex_{Sohle}$, und $Habitatindex_{Ufer}$ für diesen Datensatz ausge-

¹⁶ 1.067 von 1.314 bewerteten Untersuchungsbereichen (81%) wurden in die Gewässerstrukturgüteklassen 3 bis 6 eingestuft.

wählt. Der Habitatindex und seine Komponenten wurden anhand der Daten aus der landesweiten Strukturgütekartierung 2012/2013 ermittelt. Der Habitatindex_{Strömung} basiert dabei auf fünf Einzelparametern der Gewässerstrukturgartierung (Rückstau, Querbänke, Strömungsdiversität, Tiefenvarianz und Ausleitung), der Habitatindex_{Sohle} auf vier Einzelparametern (Sohlsubstrat, Substratdiversität, besondere Sohlstrukturen und besondere Sohlbelastungen) und der Habitatindex_{Ufer} wiederum auf fünf Einzelparametern (Uferbewuchs (linke und rechte Seite), besondere Uferstrukturen (linke und rechte Seite) und Beschattung). Die Berechnung der drei Komponenten erfolgt jeweils durch arithmetische Mittelwertbildung der entsprechenden Einzelparameterindizes. Die Berechnung des Habitatindex erfolgt ebenfalls durch arithmetische Mittelwertbildung der drei Komponenten (Gleichung 9) (Foerster et al. 2017).

Gleichung 9: Berechnung des Habitatindex HI

$$HI = \frac{HI_{Strömung} + HI_{Sohle} + HI_{Ufer}}{3}$$

Die ermittelten Komponenten sowie der Habitatindex wurden anschließend analog zu den Gewässerstrukturgütedaten in Bewertungsklassen von 1 bis 7 überführt, wobei Klasse 1 den unveränderten Zustand darstellt. Abbildung 17 zeigt die Verteilung der 1.676 Untersuchungsbereiche auf die einzelnen Habitatindexklassen für den Parameter Habitatindex. Die Habitatindexklassen 3 bis 5 sind dabei am stärksten vertreten.¹⁷ Die Randbereiche, Klasse 1 und 2 sowie Klasse 6 und 7, sind demgegenüber unterrepräsentiert.

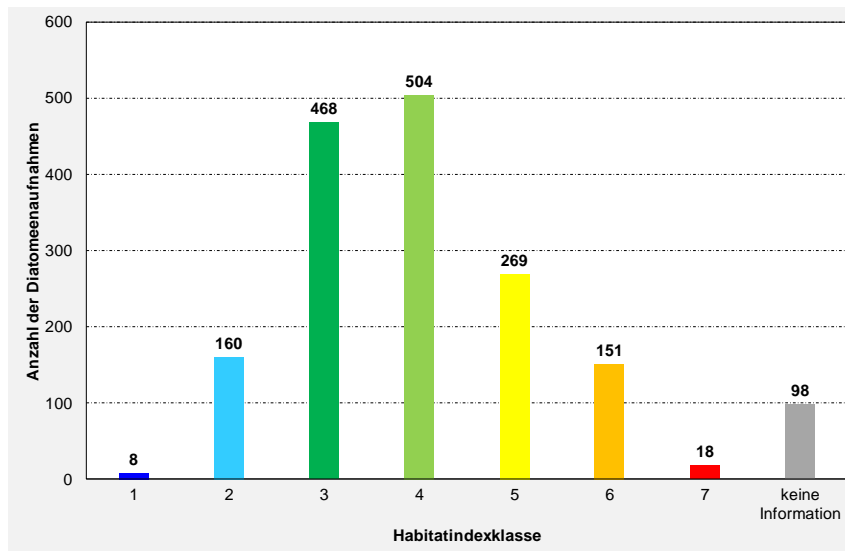


Abbildung 17: Verteilung der 1.676 Untersuchungsbereiche auf die Habitatindexklassen für den Parameter Habitatindex

¹⁷ 1.241 von 1.578 bewerteten Untersuchungsbereichen (79%) wurden in die Habitatindexklassen 3 bis 5 eingestuft.

Als Landnutzungsparameter wurden in den Datensatz die vier Landnutzungskategorien Wald, Grünland, Ackerland (einschließlich Dauerkulturen, heterogene Flächen) und städtische Nutzung sowie der darauf beruhende Landnutzungsindex (LUI) aufgenommen. Die Landnutzungsparameter beziehen sich dabei immer auf einen Pufferstreifen im Bereich flussaufwärts einer Messstelle. Für die Erfassung der Landnutzung wurden zwei unterschiedlich breite und lange Pufferstreifen ausgewählt: ein Pufferstreifen mit einer Breite von 100 Metern (je 50 Meter nach rechts und links ausgehend von der Gewässermitte) und einer Länge von 500 Metern (abgekürzt: LUI_100_500) und ein Pufferstreifen mit einer Breite von 500 (je 250 Meter nach rechts und links ausgehend von der Gewässermitte) und einer Länge von 5.000 Metern (abgekürzt: LUI_500_5000) (Dahm et al. 2014). Die Informationen zu den vier Landnutzungskategorien wurden als prozentuale Flächenanteile (Deckungsgrad) für beide Pufferstreifen bereitgestellt. Die Ermittlung der Flächenanteile erfolgte mittels der Corine Land Cover-Daten aus dem Jahr 2012. Der Landnutzungsindex nach Böhmer et al. (2004) wurde für beide Pufferstreifen mit Hilfe der Gleichung 10 berechnet.

Gleichung 10: Berechnung des Landnutzungsindex nach Böhmer et al. (2004)

$$LUI = 1 \cdot \text{Grünland} + 2 \cdot \text{Ackerland} + 4 \cdot \text{Städtische Nutzung}$$

Die Landnutzungskategorien gehen in die Berechnung mit unterschiedlicher Gewichtung ein, so dass der Landnutzungsindex Werte zwischen 0 und 400 annehmen kann. Niedrige Werte des Landnutzungsindex indizieren eine geringe Landnutzung.¹⁸ Die berechneten Landnutzungsindizes wurden anschließend in Bewertungsklassen von 1 bis 6 überführt (Tabelle 12), wobei Klasse 1 eine geringe Landnutzung darstellt.

Tabelle 12: Bewertungsklassen für den Landnutzungsindex

Bewertungsklasse	Landnutzungsindex LUI
1	0 - 50
2	<50 - 100
3	<100 - 150
4	<150 - 200
5	<200 - 300
6	<300 - 400

Die Häufigkeitsverteilungen der beiden klassifizierten Landnutzungsindizes LUI_100_500 und LUI_500_5000 sind Abbildung 18 zu entnehmen. Für den LUI_100_500 weisen die Mehrzahl der Untersuchungsbereiche die Landnutzungsindexklassen 2 bis 4 auf, für den

¹⁸ Eine geringe Landnutzung bedeutet in der Regel Wald.

LUI_500_5000 dagegen 3 bis 5. Die Landnutzungsindexklasse 1 und 6 sind demgegenüber bei beiden Indizes deutlich geringer vertreten.

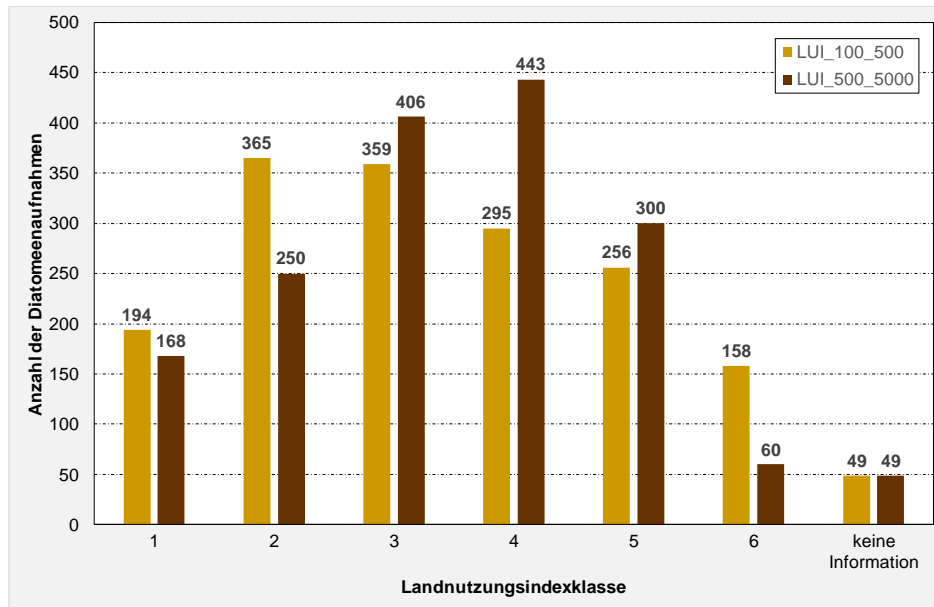


Abbildung 18: Verteilung der 1.676 Untersuchungsbereiche auf die Landnutzungsindexklassen für die Parameter LUI_100_500 und LUI_500_5000 (Zahlenangabe beim LUI entspricht der Breite und Länge des Pufferstreifens in Metern)

5.1.3 Datensatz: Chemie

Der Datensatz „Chemie“ umfasst ausgewählte allgemeine physikalisch-chemische Para-meter (ACP) der fünf allgemeinen physikalisch-chemischen Qualitätskomponenten Temperaturverhältnisse, Sauerstoffhaushalt, Salzgehalt, Versauerungszustand und Nährstoffverhältnisse gemäß Anhang V der EU-WRRL (Europäische Union 2000). Ziel ist es auch hier, alle Diatomeenmessstellen physikalisch-chemisch zu charakterisieren und diese Informationen in die Datenbank einzuspeisen. Für die physikalisch-chemische Charakterisierung müssen die ACP-Messwertdaten in einem räumlichen und zeitlichen Wirkungsgefüge zu den Diatomeenmessstellen stehen. Im Zuge der Diatomeenuntersuchungen 2016 bis 2018 wurden den Diatomeenmessstellen bereits Chemiemessstellen mit einem sinnvollen räumlichen Bezug zugewiesen (HLNUG 2017). Abbildung 19 gibt eine Übersicht über die kombinierten Chemie- und Diatomeenmessstellen.

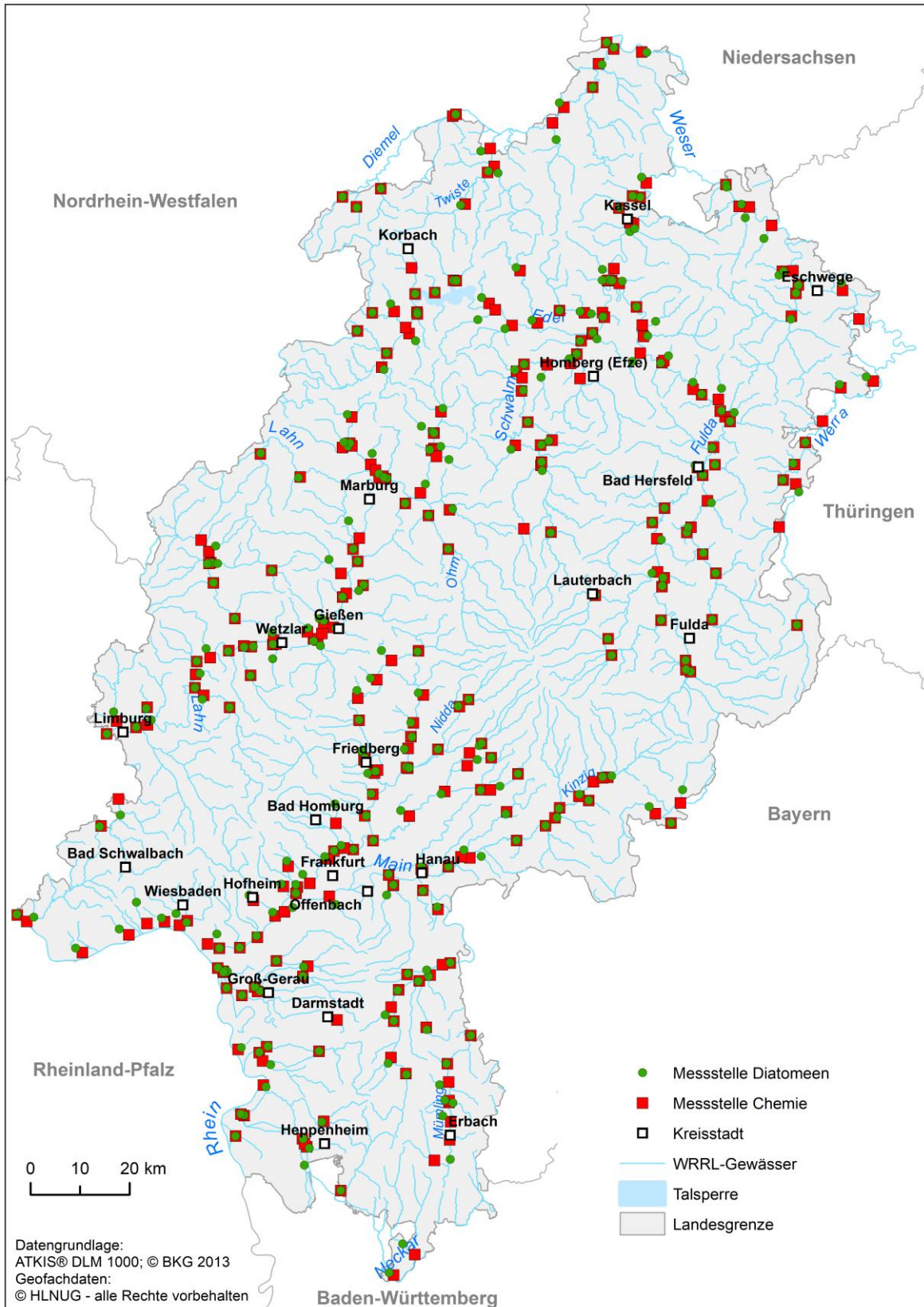


Abbildung 19: Übersicht über die kombinierten Chemie- und Diatomeenmessstellen mit einem sinnvollen räumlichen Bezug (in Anlehnung an HLNUG 2017)

Für den zeitlichen Bezug wurden jeweils die Diatomeenaufnahmen mit den Chemiedaten des gleichen Jahres in Beziehung zueinander gesetzt. Weiterhin ist anzumerken, dass nicht immer alle ACP an einer Chemiemessstelle untersucht wurden. Tabelle 13 gibt eine Übersicht über die ausgewählten ACP einschließlich der jeweiligen Anzahl der erfolgreich kombinierten Chemie- und Diatomeendaten.

Tabelle 13: Übersicht über die ausgewählten allgemeinen physikalisch-chemischen Parameter der fünf Qualitätskomponenten Temperaturverhältnisse, Sauerstoffhaushalt, Salzgehalt, Versauerungszustand und Nährstoffverhältnisse

		Parameter	Anzahl Daten	Maßeinheit
allgemein physikalisch-chemische Qualitätskomponenten:	Temperaturverhältnisse	Wassertemperatur [°C]	204	10%-Perzentil 25%-Perzentil Median arithmetisches Mittel 75%-Perzentil 90%-Perzentil
	Sauerstoffhaushalt	Sauerstoffgehalt [mg/l]	204	
		Gesamter organisch gebundener Kohlenstoff (TOC) [mg/l]	229	
	Versauerungszustand	pH-Wert	204	
	Salzgehalt	Leitfähigkeit [μ S/cm]	204	
		Chlorid [mg/l]	228	
		Sulfat [mg/l]	152	
	ausgewählte Metallionen	Kalium [mg/l]	204	
		Magnesium [mg/l]	235	
	Nährstoffverhältnisse	Stickstoff _{Gesamt} [mg/l]	229	
		Nitrat-Stickstoff [mg/l]	228	
		Nitrit-Stickstoff [mg/l]	177	
		Ammonium-Stickstoff [mg/l]	229	
		Phosphor _{Gesamt} [mg/l]	186	
		ortho-Phosphat [mg/l]	233	

In Anlehnung an die Oberflächengewässerverordnung (OGewV) wurden als ACP-Messwertdaten Jahreswerte gewählt. Die ACP-Messwertdaten stammen dabei aus dem chemischen Monitoring und wurden für jedes Untersuchungsjahr als 10%-, 25%-, 75%, 90%-Perzentile, Mediane und Jahresmittelwerte bereitgestellt.

5.2 Statistische Auswertung

Für die statistische Auswertung wurden einfache lineare Korrelationsanalysen (Korrelation nach Pearson, Pearson r) durchgeführt. Die Korrelationsanalyse nach Pearson ist ein Verfahren der parametrischen Statistik. Korrelation beschreibt den statistischen Zusammenhang zwischen zwei Variablen (bzw. Datensätzen). Die Stärke des Zusammenhanges wird dabei durch den Korrelationskoeffizienten r nach Pearson (nachfolgend nur Korrelationskoeffizient genannt) wiedergegeben. Der Korrelationskoeffizient kann Werte zwischen -1 und +1 annehmen. Ein Korrelationskoeffizient mit dem Wert von 0 bedeutet, dass kein Zusammenhang zwischen den beiden Variablen besteht. Die beiden Variablen sind demnach unkorreliert. Ein Korrelationskoeffizient mit dem Wert von +1 beschreibt eine perfekt

positive Korrelation. Bei einer positiven Korrelation zwischen zwei Variablen wachsen also beide Werte. Ein Korrelationskoeffizient mit dem Wert von -1 beschreibt dagegen eine perfekt negative Korrelation. Bei einem negativen Zusammenhang zwischen zwei Variablen wird also nur ein Wert größer, während der andere kleiner wird (Statistica 1997). Für die Interpretation der Korrelationskoeffizienten können die folgenden Faustregeln nach Cohen (1988) verwendet werden:

- kleiner Effekt: $|r| = 0,10$,
- mittlerer Effekt: $|r| = 0,30$ und
- großer Effekt: $|r| = 0,50$.

Für ausgewählte, signifikante Korrelationen erfolgte eine grafische Darstellung der Häufigkeitsverteilungen als Box-Whisker-Plots. Mit Hilfe von Box-Whisker-Plots können die folgenden fünf Kennwerte einer Häufigkeitsverteilung abgebildet werden:

- niedrigster beobachteter Wert,
- unteres Quartil (25%-Perzentil),
- Median,
- oberes Quartil (75%-Perzentil) und
- höchster beobachteter Wert.

Das untere und obere Quartil bilden die äußeren Grenzen eines Kastens (Box) und umfassen damit die Hälfte der beobachteten Werte. Der Median wird meist als horizontale Linie innerhalb der Box abgebildet. Der niedrigste und der höchste beobachtete Wert, die nicht als Ausreißer eingestuft werden, werden durch nach unten und oben aus der Box herausragende Linien (den sogenannten Whiskers) dargestellt (Bankhofer und Vogel 2008). Abbildung 20 zeigt ein einfaches Beispiel für ein Box-Whisker-Plot mit seinen einzelnen Kennwerten anhand der Zahlen 1 bis 1.000.

6 Ergebnisse und Diskussion

6.1 Trophiebewertung

In diesem Abschnitt sollen vergleichende Auswertungen zwischen den beiden Trophiebewertungssystemen nach Rott et al. (1999) und Pfister et al. (2016) anhand der hessischen Diatomeenaufnahmen durchgeführt werden. Als System Pfister et al. (2016) wird das in der „Überarbeitung des Trophie- und Saprobiebewertungssystems nach Rott et al. 1999, 1997“ von Pfister et al. (2016) beschriebene System NEU bezeichnet. In Analogie zur Bezeichnung Trophieindex nach Rott et al. (1999) wird der dem System NEU zugrunde liegende Trophieindex auch nach Pfister et al. (2016) benannt. Für die vergleichenden Auswertungen müssen zunächst die Trophieindizes nach Rott et al. (1999) und Pfister et al. (2016) der hessischen Diatomeenaufnahmen berechnet werden. Als weiteren Ausgangspunkt sind die Trophieindexklassengrenzen für die ökologische Zustandsbewertung im bestehenden System nach Rott et al. (1999) zu überprüfen und zu überarbeiten. Anschließend sind die Auswirkungen der überarbeiteten Klassengrenzen auf der Ebene der Trophiebewertung durch Vergleich der im Rahmen des PHYILB-Projekts ermittelten Trophieindexklassengrenzen mit den beiden im Zuge dieser Masterarbeit erarbeiteten Varianten aufzuzeigen und zu bewerten. Im nächsten Schritt sind die überarbeiteten Trophieindexklassengrenzen im bestehenden System nach Rott et al. (1999) in das neue System nach Pfister et al. (2016) zu überführen. Die Überführung in das System nach Pfister et al. (2016) wird dabei durch verschiedene Ableitungsvarianten vorgenommen. Die daraus resultierenden neuen Trophieindexklassengrenzen für das System nach Pfister et al. (2016) werden anschließend ebenfalls auf der Ebene der ökologischen Zustandsbewertung verglichen und bewertet.

6.1.1 Berechnung der Trophieindizes nach Rott et al. (1999) und Pfister et al. (2016)

Zunächst werden für alle hessischen Diatomeenaufnahmen die jeweiligen Trophieindizes nach Rott et al. (1999) und Pfister et al. (2016) berechnet. Die Berechnung erfolgt für beide Trophieindizes mit Hilfe der Gleichung 1.¹⁹ Für den Trophieindex nach Rott et al. (1999) werden die artspezifischen Trophiewerte und Indikationsgewichte aus der Indikationsliste nach Rott et al. (1999) herangezogen, für den Trophieindex nach Pfister et al. (2016) dagegen die aus der überarbeiteten Liste nach Pfister et al. (2016). Mit Hilfe des

¹⁹ Vgl. hierzu Abschnitt 3.2.2

Programms Microsoft Excel 2016 wurden dann die Trophieindizes nach Rott et al. (1999) und Pfister et al. (2016) für alle Diatomeenaufnahmen berechnet.

Zum Vergleich erfolgte zusätzlich für alle Diatomeenaufnahmen die Berechnung der Trophieindizes nach Rott et al. (1999) mit Hilfe der Auswertungssoftware PHYLIB (Version 5.3; Stand: Dezember 2015).

Zwischen der Berechnung mit Hilfe des Programms Microsoft Excel 2016 (kurz: Excel) und der Auswertungssoftware PHYLIB sollten sich eigentlich keine Unterschiede für den Trophieindex nach Rott et al. (1999) ergeben. Wie die Gegenüberstellung der mittels Excel und PHYLIB berechneten Trophieindizes nach Rott et al. (1999) in Abbildung 21 jedoch zeigt, liegen die Wertpaare mehrheitlich nicht auf der Winkelhalbierenden (schwarze Linie) und weichen teils sogar erheblich voneinander ab.

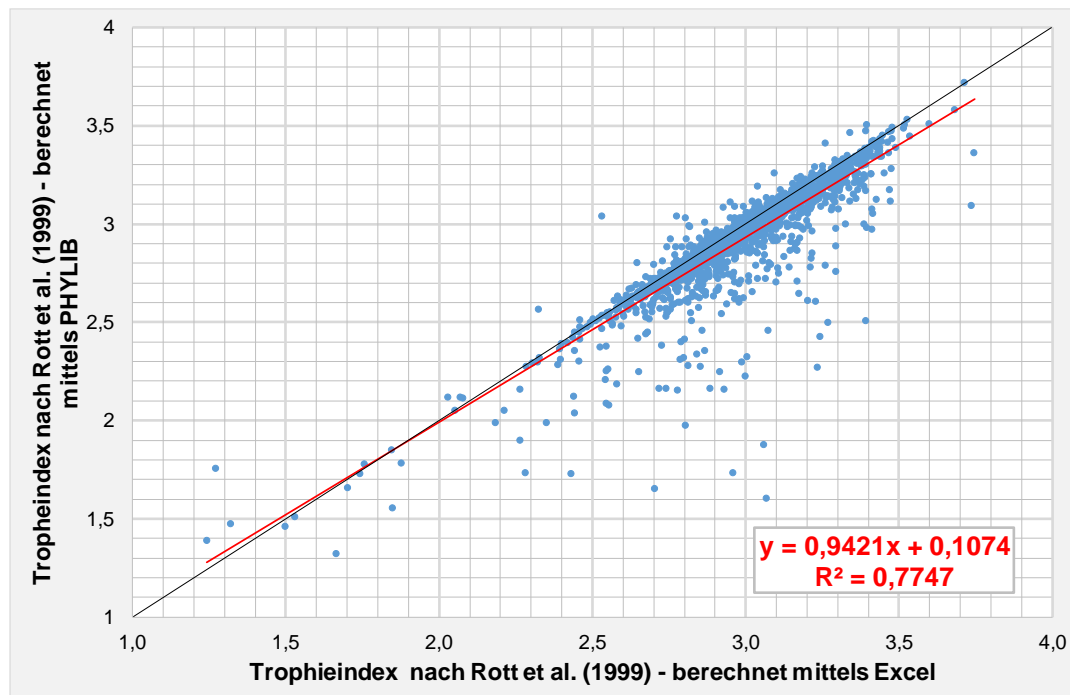


Abbildung 21: Vergleich der mittels Excel und PHYLIB berechneten Trophieindizes nach Rott et al. (1999)

Der Zusammenhang zwischen den mittels Excel und PHYLIB berechneten Trophieindizes nach Rott et al. (1999) ist dennoch statistisch hoch signifikant. Der Korrelationskoeffizient r beträgt 0,88 (Bestimmtheitsmaß $R^2 = 0,77$). Die Regressionsgerade zeigt einen annähernd parallelen Verlauf zur Winkelhalbierenden und befindet sich für die Mehrzahl der Daten unterhalb dieser Diagonalen. In der Folge liegen die mit Hilfe der Auswertungssoftware PHYLIB berechneten Trophieindizes im Durchschnitt geringfügig niedriger als die mit Hilfe des Programms Excel berechneten Trophieindizes nach Rott et al. (1999).

Die Unterschiede zwischen den mittels Excel und PHYLIB berechneten Trophieindizes müssen auf unterschiedlich verwendete Taxalisten zurückgeführt werden. Die in der Auswertungssoftware PHYLIB hinterlegte Taxaliste stimmt also nicht mehr vollständig mit der aus der Verfahrensanleitung (Schaumburg et al. 2012b), sprich der Indikationsliste nach Rott et al. (1999), überein.

Für den weiteren Verlauf der Masterarbeit werden die mittels Excel berechneten Trophieindizes verwendet. Dies wird damit begründet, dass zum einen keine Dokumentationen über vorgenommene Änderungen in der Taxaliste vorliegen und zum anderen lediglich 78 Diatomeenaufnahmen (5%) durch die Auswertungssoftware PHYLIB als ungesichert eingestuft wurden.

Die Ergebnisse der Berechnungen sind dem Anhang (Tabelle 32) zu entnehmen.

6.1.2 Trophieindexklassengrenzen für die ökologische Zustandsbewertung im bestehenden System nach Rott et al. (1999)

6.1.2.1 Überprüfung der im Rahmen des PHYLIB-Projektes ermittelten Trophieindexklassengrenzen

Vor der Anwendung des Systems nach Pfister et al. (2016) werden die typspezifischen Wertebereiche der ökologischen Zustandsklassen für das Bewertungsmodul "Trophieindex" näher betrachtet. Die derzeit gültigen Indexklassengrenzen (Stand: Schaumburg et al. 2012b) sowie die vorangegangenen Indexklassengrenzen (Stand: Schaumburg et al. 2006) für das Bewertungsmodul „Trophieindex“ im bestehenden System nach Rott et al. (1999) sind in Tabelle 14 dargestellt.

Tabelle 14: Typspezifische Wertebereiche der ökologischen Zustandsklassen für das Bewertungsmodul "Trophieindex" im System nach Rott et al. (1999)

- 1) Rott 2012: aktuell gültige Indexklassengrenzen - Verfahrensstand 2012 (Schaumburg et al. 2012b)
- 2) Rott 2006: „alte“ Indexklassengrenzen - Verfahrensstand 2006 (Schaumburg et al. 2006)

1) Rott 2012: aktuell gültige Klassengrenzen für das Modul "Trophieindex" Verfahrensstand 2012 (Schaumburg et al., 2012b)			ökologische Zustandsklassen				
			1	2	3	4	5
D-Typ	MZB-Typ	geomorphologischer Typ	Trophieindex nach Rott et al. (1999)				
D 5	5, 5.1	Bäche des Buntsandsteins & Grundgebirges (exklusive Subtyp 5.2 (Vulkanite)) EZG<100km ²	0,30 - 1,84	1,85 - 2,64	2,65 - 3,14	3,15 - 3,34	> 3,34
D 6	5.2	Bäche der Vulkangebiete EZG<100km ²	0,30 - 2,24	2,25 - 2,84	2,85 - 3,14	3,15 - 3,34	> 3,34
D 7	9	Kleine silikatische Flüsse des Mittelgebirges EZG≥100km ² & <1.000km ²					
D 8.1	6, 19	Bäche und Niederungsfließgewässer der Löss-, Keuper- & Kreideregion EZG<100km ²	0,30 - 2,64	2,65 - 2,94	2,95 - 3,14	3,15 - 3,34	> 3,34
D 8.2	9.1	Kleine Flüsse der Löss-, Keuper- & Kreideregion EZG≥100km ² & <1.000km ²					
D 9.1	7	Bäche der Muschelkalk-, Jura-, Malm-, Lias-, Dogger- & anderer Kalkregionen EZG<100km ²	0,30 - 0,84	0,85 - 1,74	1,75 - 3,14	3,15 - 3,34	> 3,34
D 9.2	9.1	Kleine Flüsse der Muschelkalk-, Jura-, Malm-, Lias-, Dogger- & anderer Kalkregionen EZG≥100km ² & <1.000km ²	0,30 - 1,54	1,55 - 2,04	2,05 - 3,34	3,35 - 3,54	> 3,54
D 10.1	9.2	Große Flüsse der Mittelgebirge EZG≥1.000km ² & <10.000km ²	0,30 - 2,24	2,25 - 2,74	2,75 - 3,04	3,05 - 3,34	> 3,34
D 10.2	10	Ströme der Mittelgebirge EZG≥10.000km ²	0,30 - 2,34	2,35 - 2,84	2,85 - 3,14	3,15 - 3,34	> 3,34

Tabelle 14 fortgesetzt

2) Rott 2006: "alte" Klassengrenzen für das Modul "Trophieindex" Verfahrensstand 2006 (Schaumburg et al., 2006)			ökologische Zustandsklassen				
			1	2	3	4	5
D-Typ	MZB-Typ	geomorphologischer Typ	Trophieindex nach Rott et al. (1999)				
D 5	5, 5.1	Bäche des Buntsandsteins & Grundgebirges (exklusive Subtyp 5.2 (Vulkanite)) EZG<100km ²	≤ 1,8	1,9 - 2,6	2,7 - 3,1	3,2 - 3,3	≥ 3,4
D 6	5.2	Bäche der Vulkangebiete EZG<100km ²	≤ 2,2	2,3 - 2,8	2,9 - 3,1	3,2 - 3,3	≥ 3,4
D 7	9	Kleine silikatische Flüsse des Mittelgebirges EZG≥100km ² & <1.000km ²					
D 8.1	6, 19	Bäche und Niederungsfließgewässer der Löss-, Keuper- & Kreideregion EZG<100km ²	≤ 2,6	2,7 - 2,9	3,0 - 3,1	3,2 - 3,3	≥ 3,4
D 8.2	9.1	Kleine Flüsse der Löss-, Keuper- & Kreideregion EZG≥100km ² & <1.000km ²					
D 9.1	7	Bäche der Muschelkalk-, Jura-, Malm-, Lias-, Dogger- & anderer Kalkregionen EZG<100km ²	≤ 2,2	2,3 - 2,6	2,7 - 3,1	3,2 - 3,3	≥ 3,4
D 9.2	9.1	Kleine Flüsse der Muschelkalk-, Jura-, Malm-, Lias-, Dogger- & anderer Kalkregionen EZG≥100km ² & <1.000km ²	≤ 2,5	2,6 - 2,8	2,9 - 3,1	3,2 - 3,3	≥ 3,4
D 10.1	9.2	Große Flüsse der Mittelgebirge EZG≥1.000km ² & <10.000km ²	≤ 2,3	2,4 - 2,8	2,9 - 3,1	3,2 - 3,3	≥ 3,4
D 10.2	10	Ströme der Mittelgebirge EZG≥10.000km ²					

D-Typ = Diatomeentyp; EZG = Einzugsgebiet MZB-Typ = Makrozoobenthostyp	1 = sehr guter ökologischer Zustand 2 = guter ökologischer Zustand 3 = mäßiger ökologischer Zustand 4 = unbefriedigender ökologischer Zustand 5 = schlechter ökologischer Zustand
---	---

Auffällig bei den Trophieindexklassengrenzen zum Verfahrensstand aus dem Jahr 2006 „Rott 2006“ (Schaumburg et al. 2006) ist, dass sich die ökologischen Zustandsklassen 3 bis 5 (mäßig bis schlecht) bei allen in Hessen vorkommenden Diatomeentypen nicht unterscheiden. Der Unterschied zwischen den einzelnen Diatomeentypen in der ökologischen Zustandsklasse 2 ist auch nur gering.

Es erfolgte im Zuge der Weiterentwicklung des Bewertungsverfahrens „Makrophyten und Phytobenthos“ (Schaumburg et al. 2012a) eine Überprüfung der festgelegten Trophieindexklassengrenzen aus dem Jahr 2006. Allerdings wurden die Wertebereiche der Diatomeentypen D 5, D 6, D 7, D 8.1 und D 8.2 unverändert zum derzeit gültigen Verfahrensstand 2012 „Rott 2012“ (Schaumburg et al. 2012b) übernommen. Änderungen ergaben sich lediglich für die Diatomeentypen D 9.1, D 9.2 und D 10.

Zum Verfahrensstand 2012 wurden die Wertebereiche der ökologischen Zustandsklassen 1 und 2 der beiden karbonatischen Diatomeentypen D 9.1 und D 9.2 deutlich nach unten korrigiert. Die Diatomeentypen D 9.1 und D 9.2 unterliegen damit einer wesentlich strengeren Bewertung. Da sich jedoch karbonatisch geprägte Fließgewässer im Vergleich zu silikatisch geprägten Fließgewässern durch eine höhere Trophie im Referenzzustand auszeichnen (Schaumburg et al. 2004), wird damit nun fälschlicherweise für die kleinen, karbonatischen Flüsse ein strengerer Referenzzustand (D 9.2: TI ≤ 1,54) angenommen als für die kleinen, silikatischen Flüsse (D 7: TI ≤ 2,24). Für den Diatomeentyp D 9.2 wurden zudem die ökologischen Zustandsklassen 3 und 4 geändert. Die Zustandsklassen 3 und 4 wurden jedoch nach oben korrigiert, so dass sich hier eine mildere Bewertung ergibt.

Der Diatomeentyp D 10 wird zukünftig getrennt nach seinen Subtypen bewertet. Der Subtyp D 10.2 behält dabei unverändert die Trophieindexklassengrenzen des Diatomeentypes D 10 aus dem Jahr 2006 bei. Für den Subtyp D 10.1 wurden die ökologischen Zustandsklassen 1 bis 3 im Vergleich zum Diatomeentyp D 10 aus dem Jahr 2006 jeweils um 0,1 Indexeinheiten nach unten korrigiert und damit strenger festgesetzt. Die Zustandsklassen 4 und 5 wurden wiederum unverändert vom Diatomeentyp D 10 übernommen.

Zum Verfahrensstand 2012 „Rott 2012“ (Schaumburg et al. 2012b) erfolgt mit Ausnahme der Diatomeentypen D 9.2 und D 10.1 somit auch keine Differenzierung zwischen den ökologischen Zustandsklassen 3 bis 5 der einzelnen Diatomeentypen. Zudem sind Widersprüche in Bezug auf das Fließgewässerkontinuum zwischen Bach- und Flusstypen zu finden. Der Diatomeentyp D 9.2 entspricht einem Fließgewässertyp 9.1, folglich einem kleinen, karbonatischen Mittelgebirgsfluss. Für den Diatomeentyp D 9.2 wurde die Klassengrenze der ökologischen Zustandsklasse 1 mit dem Indexwert von 1,54 festgelegt, der somit deutlich kleiner bzw. strenger ist als der Indexwert von 1,84 des Diatomeentypes D 5. Der Diatomeentyp D 5 spiegelt allerdings die Fließgewässertypen 5 und 5.1 und damit silikatische Mittelgebirgsbäche wider. Der Bachtyp wird hier also deutlich milder bewertet als der Flusstyp, obwohl im Sinne des Fließgewässerkontinuums mit größer werdenden Einzugsgebiet sowie aufgrund der karbonatischen Prägung auch die Trophie zunehmen müsste. Darüber hinaus erscheinen die neu festgelegten Klassengrenzen der ökologischen Zustandsklassen 1 und 2 des Diatomeentypes D 9.1 mit einem Indexwert von 0,84 und 1,74 deutlich zu streng und aus diesem Grund nicht plausibel.

Bevor das System nach Pfister et al. (2016) angewendet wird, bedarf es zunächst einer Überarbeitung der im PHYLIB-Verfahren implementierten typspezifischen Wertebereiche der ökologischen Zustandsklassen im bestehenden System nach Rott et al. (1999). Die Vorgehensweise bei der Überarbeitung der Trophieindexklassengrenzen sowie die Ergebnisse sind im nachfolgenden Abschnitt 6.1.2.2 dargestellt.

6.1.2.2 Überarbeitung der im Rahmen des PHYLIB-Projektes ermittelten Trophieindexklassengrenzen

Bei der Überarbeitung der Trophieindexklassengrenzen ist insbesondere auf das Fließgewässerkontinuum zwischen Bach- und Flusstypen zu achten. Gemäß dem Fließgewässerkontinuum nimmt im Allgemeinen die Trophie im Längsverlauf eines Fließgewässers mit einem immer größer werdenden Einzugsgebietes zu. In der Folge sollten in Abhängigkeit der Größenklasse des Einzugsgebietes (Bach- oder Flusstyp) die Werte der Klassengrenzen zwischen den einzelnen Diatomeentypen im richtigen Verhältnis zueinander stehen.

Zudem ist zu beachten, dass bei karbonatisch geprägten Fließgewässern im Vergleich zu silikatisch geprägten Fließgewässern von einer höheren Trophie im Referenzzustand auszugehen ist.

Im Folgenden wird die Vorgehensweise zur Überarbeitung der Trophieindexklassengrenzen vorgestellt:

1) Überarbeitung der ökologischen Zustandsklassen 1 und 2:

- a) Für die Diatomeentypen D 5, D 5.1, D 6, D 7, D 8.1 und D 8.2 werden die Wertebereiche der Zustandsklassen 1 und 2 zum Verfahrensstand 2012 beibehalten (kursiv dargestellt in Tabelle 19).
- b) Für die Diatomeentypen D 9.1, D 9.2, D 10.1 und D 10.2 erfolgt eine Überarbeitung der Klassengrenzen gemäß dem Fließgewässerkontinuum und der geringsten indizierten Trophie im jeweiligen Diatomeentyp. Die geringsten indizierten Trophien für die in Hessen vorkommenden Diatomeentypen sind Tabelle 15 zu entnehmen. Die Ermittlung der Mediane erfolgt für jeden Diatomeentyp auf Basis der zehn geringsten Indexwerte des hessischen Datensatzes. Da in natürlichen, unbeeinflussten Gewässern ein Gleichgewicht zwischen Aufbau und Abbau an organischer Substanz (Trophie und Saprobie) besteht, werden zudem für die Überarbeitung der Klassengrenzen die ökologischen Zustandsklassen des Teilmoduls „Saprobie“ der Qualitätskomponente „Makrozoobenthos“ gemäß dem nationalen Bewertungsverfahren PERLODES (Version 4.0.4; Stand: Oktober 2014) zur Orientierung herangezogen (Tabelle 16).

Tabelle 15: Geringste indizierte Trophien für die in Hessen vorkommenden Diatomeentypen auf Basis der zehn geringsten Indexwerte des hessischen Datensatzes

D-Typ	MZB-Typ	Trophieindex nach Rott et al. (1999) aus den hessischen Diatomeenaufnahmen (n=1.676)			
		Min.	Med.	Max.	n
D 5	5, 5.1	1,24	1,62	1,88	938
D 6	5.2	1,67	2,71	2,77	96
D 7	9	2,51	2,62	2,67	260
D 8.1	6, 19	2,05	2,54	2,67	139
D 8.2	9.1	2,64	2,82	2,97	29
D 9.1	7	1,76	2,65	2,70	90
D 9.2	9.1	2,70	2,81	2,85	20
D 10.1	9.2	2,62	2,76	2,83	65
D 10.2	10	2,58	2,76	2,82	39

D-Typ = Diatomeentyp
MZB-Typ = Makrozoobenthostyp

Min. = Minimalwert
Med. = Median
Max. = Maximalwert

Tabelle 16: Typspezifische Wertebereiche der ökologischen Zustandsklassen für das Teilmodul „Saprobie“ der Qualitätskomponente „Makrozoobenthos“ aus dem Bewertungsverfahren PERLODES (Version 4.0.4) (HMULV 2007)

ökologische Zustandsklassen	MZB-Typ 5	MZB-Typ 5.1, 7 & 9	MZB-Typ 6 & 9.1	MZB-Typ 9.2	MZB-Typ 10	MZB-Typ 19
1	≤ 1,45	≤ 1,60	≤ 1,70	≤ 1,80	≤ 1,85	≤ 1,90
2	> 1,45 - 2,00	> 1,60 - 2,10	> 1,70 - 2,20	> 1,80 - 2,25	> 1,85 - 2,30	> 1,90 - 2,35
3	> 2,00 - 2,65	> 2,10 - 2,75	> 2,20 - 2,80	> 2,25 - 2,85	> 2,30 - 2,90	> 2,35 - 2,90
4	> 2,65 - 3,35	> 2,75 - 3,35	> 2,80 - 3,40	> 2,85 - 3,40	> 2,90 - 3,45	> 2,90 - 3,45
5	> 3,35	> 3,35	> 3,40	> 3,40	> 3,45	> 3,45

1 = sehr guter ökologischer Zustand
 2 = guter ökologischer Zustand
 3 = mäßiger ökologischer Zustand
 4 = unbefriedigender ökologischer Zustand
 5 = schlechter ökologischer Zustand

Die ökologischen Zustandsklassen 1 und 2 der Diatomeentypen D 9.1, D 9.2, D 10.1 und D 10.2 werden dabei wie folgt geändert:

Diatomeentyp D 9.1:

Die Wertebereiche der Zustandsklassen 1 und 2 des Diatomeentypes D 7 (LAWA-Typ 9) werden für den Diatomeentyp D 9.1 (LAWA-Typ 7) übernommen, da die den beiden Diatomeentypen entsprechenden LAWA-Typen im Bewertungsmodul „Saprobie“ der Qualitätskomponente „Makrozoobenthos“ ebenfalls zusammengefasst sind. Zudem bewegen sich die anhand der hessischen Diatomeenaufnahmen ermittelten Mediane der geringsten indizierten Trophie in der gleichen Größenordnung.

Diatomeentyp D 9.2:

Gemäß dem Fließgewässerkontinuum ist der Wertebereich der Zustandsklassen 1 und 2 des Diatomeentypes D 9.2 (kleiner, karbonatisch geprägter Fluss) etwas milder zu bewerten als der des Diatomeentypes D 9.1 (karbonatisch geprägter Bach). Daher werden im Vergleich zum Diatomeentyp D 9.1 die Zustandsklassen 1 und 2 des Diatomeentypes D 9.2 jeweils um 0,1 Indexeinheiten nach oben korrigiert. Die ermittelten Mediane der geringsten indizierten Trophie der Diatomeentypen D 9.1 und D 9.2 spiegeln dieses Verhältnis ebenso wider.

Diatomeentyp D 10.1:

Trotz Vergrößerung des Einzugsgebietes werden für den Diatomeentyp D 10.1 (LAWA-Typ 9.2) die Wertebereiche der Zustandsklassen 1 und 2 des Diatomeentypes D 9.2 (LAWA-Typ 9.1) übernommen, da der ermittelte Median der geringsten indizierten Trophie des Diatomeentypes D 10.1 sogar leicht unterhalb des Medians des Diatomeentypes D 9.2 liegt. Insgesamt sollte dennoch die Bewertung des Diatomeentypes D 10.1 etwas strenger sein als die des Diatomeentypes D 10.2

(LAWA-Typ 10) und etwas milder als die des Diatomeentyps D 7 (LAWA-Typen 9), so dass die Einordnung der Diatomeentypen zueinander (zunehmende Trophie: D 7 < D 10.1 < D 10.2) auch denen der entsprechenden LAWA-Typen im Bewertungsmodul „Saprobie“ der Qualitätskomponente „Makrozoobenthos“ (zunehmende Saprobie: LAWA-Typ 9 < LAWA-Typ 9.2 < LAWA-Typ 10) entsprechen.

Diatomeentyp D 10.2:

Gemäß dem Fließgewässerkontinuum ist der Wertebereich der Zustandsklassen 1 und 2 des Diatomeentypes D 10.2 etwas milder zu bewerten als der des Diatomeentypes D 10.1 (siehe hierzu Diatomeentyp D 10.1).

2) Überarbeitung der ökologischen Zustandsklassen 3 bis 5:

Die ökologischen Zustandsklassen 3 bis 5 werden für alle Diatomeentypen überarbeitet mit dem Ziel einer Differenzierung zwischen den einzelnen Diatomeentypen. Für die Überarbeitung der Trophieindexklassengrenzen wird die Methode zur Wertennormierung herangezogen (Meier et al. 2006). Die Normierung der Werte auf das einheitliche Intervall [0;1] erfolgt mit Hilfe der Gleichung 11.

Gleichung 11: Wertennormierung auf das einheitliche Intervall [0;1]

$$\text{Score-Wert} = \frac{\text{Metricergebnis} - \text{unterer Ankerpunkt}}{\text{oberer Ankerpunkt} - \text{unterer Ankerpunkt}}$$

Der Wert 0 entspricht dabei dem schlechtesten theoretisch auftretenden Zustand, der Wert 1 dem Referenzzustand. Die Score-Werte (Intervalle) der ökologischen Zustandsklassen für die Wertennormierung sind Tabelle 17 zu entnehmen.

Tabelle 17: Score-Werte der ökologischen Zustandsklassen für die Wertennormierung (Meier et al. 2006)

ökologische Zustandsklasse	Intervall
1 - sehr gut	>0,8 - 1,0
2 - gut	>0,6 - 0,8
3 - mäßig	>0,4 - 0,6
4 - unbefriedigend	>0,2 - 0,4
5 - schlecht	0,0 - 0,2

Für die Berechnung der Metricergebnisse der ökologischen Zustandsklassen 3 bis 5 bedarf es zunächst der Festlegung der oberen und unteren Ankerpunkte (OAP und UAP). Als unterer Ankerpunkt wird für alle Diatomeentypen der Wert 3,90 als der schlechtest mögliche Trophieindexwert im System nach Rott et al. (1999) festgelegt. Für den Diatomeentyp D 5 wird zusätzlich der Wert 3,80 als unterer Ankerpunkt definiert. Der obere Ankerpunkt wird für jeden Diatomeentyp über die Klassengrenze „sehr gut/gut“ (Score-Wert = 0,8; Tabelle 17) berechnet. Als Beispiel ist die Berech-

nung des oberen Ankerpunktes (OAP) für den Diatomeentyp D 5 nachfolgend aufgeführt:

$$OAP = \frac{((TI_{\text{Grenze ÖZKL 1/2}} - UAP) - \text{Score-Wert}_{\text{Grenze ÖZKL 1/2}} \cdot UAP)}{\text{Score-Wert}_{\text{Grenze ÖZKL 1/2}}}$$

$$OAP = \frac{((1,84 - 3,9) - 0,8 \cdot 3,9)}{0,8} = 1,33$$

Die so berechneten oberen und festgesetzten unteren Ankerpunkte der einzelnen Diatomeentypen sind in Tabelle 18 zusammengefasst.

Tabelle 18: Typspezifische obere und untere Ankerpunkte

Diatomeen-Typ	Oberer Ankerpunkt (Referenzzustand)	Unterer Ankerpunkt (schlechtester Zustand)
D 5	1,33 / 1,37	3,90 / 3,80
D 6	1,83	3,90
D 7		
D 8.1	2,33	3,90
D 8.2		
D 9.1	1,83	3,90
D 9.2	1,95	3,90
D 10.1	1,95	3,90
D 10.2	2,33	3,90

Mit den unteren und oberen Ankerpunkten (Tabelle 18) und der Score-Werte für die ökologischen Zustandsklassen (Tabelle 17) werden dann anschließend die Trophieindizes der Klassengrenzen 3 bis 5 für jeden Diatomeentyp berechnet. Als Beispiel ist für den Diatomeentyp D 5 die Berechnung des Trophieindex (Metricergebnis) für die ökologische Zustandsklasse 3 nachfolgend aufgeführt:

$$\text{Trophieindex} = \text{Score-Wert}_{\text{Grenze ÖZKL 3/4}} \cdot (OAP - UAP) + OAP$$

$$\text{Trophieindex} = 0,4 \cdot (1,33 - 3,90) + 3,90 = 2,87$$

Die überarbeiteten, typspezifischen Wertebereiche der ökologischen Zustandsklassen für das System nach Rott et al. (1999) (schwarze Schriftfarbe) sind in Tabelle 19 dargestellt. Zur Veranschaulichung der Überarbeitung sind zudem die Trophieindexklassengrenzen zum Verfahrensstand 2012 (hellgraue Schriftfarbe) in Tabelle 19 aufgeführt.

Tabelle 19: Überarbeitete Wertebereiche der ökologischen Zustandsklassen für das Bewertungsmodul "Trophieindex" im System nach Rott et al. (1999)

Variante a) „Rott NEU/D5 a)“ Variante b) „Rott NEU/D5 b)“			ökologische Zustandsklassen				
			1	2	3	4	5
D-Typ	MZB-Typ	geomorphologischer Typ	Trophieindex nach Rott et al. (1999)				
D 5	5, 5.1	Bäche des Buntsandsteins & Grundgebirges EZG<100km ² (exklusive Subtyp 5.2 (Vulkanite))	0,30 - 1,84	1,85 - 2,64	2,65 - 3,14 a) 2,65 - 2,87 b) 2,65 - 2,83	3,15 - 3,34 a) 2,88 - 3,39 b) 2,84 - 3,31	> 3,34 a) > 3,39 b) > 3,31
D 6	5.2	Bäche der Vulkangebiete EZG<100km ²	0,30 - 2,24	2,25 - 2,84	2,85 - 3,14 2,85 - 3,07	3,15 - 3,34 3,08 - 3,49	> 3,34 > 3,49
D 7	9	Kleine silikatische Flüsse des Mittelgebirges EZG≥100km ² & <1.000km ²					
D 8.1	6, 19	Bäche und Niederungsfließgewässer der Löss-, Keuper- & Kreideregion EZG<100km ²	0,30 - 2,64	2,65 - 2,94	2,95 - 3,14 2,95 - 3,27	3,15 - 3,34 3,28 - 3,59	> 3,34 > 3,59
D 8.2	9.1	Kleine Flüsse der Löss-, Keuper- & Kreideregion EZG≥100km ² & <1.000km ²					
D 9.1	7	Bäche der Muschelkalk-, Jura-, Malm-, Lias-, Dogger- & anderer Kalkregionen EZG<100km ²	0,30 - 0,84 0,30 - 2,24	0,85 - 1,74 2,25 - 2,84	1,75 - 3,14 2,85 - 3,07	3,15 - 3,34 3,08 - 3,49	> 3,34 > 3,49
D 9.2	9.1	Kleine Flüsse der Muschelkalk-, Jura-, Malm-, Lias-, Dogger- & anderer Kalkregionen EZG≥100km ² & <1.000km ²	0,30 - 1,54 0,30 - 2,34	1,55 - 2,04 2,35 - 2,94	2,05 - 3,34 2,95 - 3,12	3,35 - 3,54 3,13 - 3,51	> 3,54 > 3,51
D 10.1	9.2	Große Flüsse der Mittelgebirge EZG≥1.000km ² & <10.000km ²	0,30 - 2,24 0,30 - 2,34	2,25 - 2,74 2,35 - 2,94	2,75 - 3,04 2,95 - 3,12	3,05 - 3,34 3,13 - 3,51	> 3,34 > 3,51
D 10.2	10	Ströme der Mittelgebirge EZG≥10.000km ²	0,30 - 2,34 0,30 - 2,64	2,35 - 2,84 2,65 - 2,95	2,85 - 3,14 2,96 - 3,28	3,15 - 3,34 3,29 - 3,60	> 3,34 > 3,60

D-Typ = Diatomeentyp	1 = sehr guter ökologischer Zustand	schwarz = überarbeitete Trophieindizes
MZB-Typ = Makrozoobenthostyp	2 = guter ökologischer Zustand	hellgrau = Trophieindizes; Verfahrensstand 2012
	3 = mäßiger ökologischer Zustand	<i>kursiv</i> = übernommene Trophieindizes; Verfahrensstand 2012
	4 = unbefriedigender ökologischer Zustand	Variante a) Oberer Ankerpunkt = 3,9
	5 = schlechter ökologischer Zustand	Variante b) Oberer Ankerpunkt = 3,8

Für den Diatomeentyp D 5 sind in Tabelle 19 zwei Varianten enthalten, die auf die zwei unterschiedlich festgelegten unteren Ankerpunkte zurückzuführen sind. Variante a) mit der Bezeichnung „Rott NEU/D5 a)“ bezieht sich auf den unteren Ankerpunkt von 3,90. Variante b), bezeichnet als „Rott NEU/D5 b)“, resultiert dabei aus den unteren Ankerpunkt von 3,80 (siehe Tabelle 18).

Im nachfolgenden Abschnitt 6.1.2.3 werden die Auswirkungen der überarbeiteten Trophieindexklassengrenzen auf die ökologische Zustandsbewertung dargestellt.

6.1.2.3 Vergleich der überarbeiteten mit den im Rahmen des PHYLIB-Projektes ermittelten Trophieindexklassengrenzen auf der Ebene der ökologischen Zustandsbewertung

Um die Auswirkungen der überarbeiteten Trophieindexklassengrenzen aufzuzeigen, erfolgt ein Vergleich der überarbeiteten mit den im Rahmen des PHYLIB-Projektes ermittelten Trophieindexklassengrenzen im bestehenden System nach Rott et al. (1999) auf der Ebene der ökologischen Zustandsbewertung. Hierzu werden den nach Rott et al. (1999) berechneten Trophieindizes die beiden „neuen“ (Tabelle 19: „Rott NEU/D5 a)“ und

„Rott NEU/D5 b“) und die beiden „alten“ (Tabelle 14: „Rott 2006“ und „Rott 2012“) gewässertypspezifischen Bewertungssysteme jeweils zugrunde gelegt. Die Ergebnisse der Bewertungen sind im Anhang (Tabelle 32) dargestellt. Abbildung 22 zeigt die Verteilungen der hessischen Diatomeenaufnahmen auf die einzelnen ökologischen Zustandsklassen (ökologische Zustandsbewertung), die sich für die vier Bewertungssysteme ergeben.

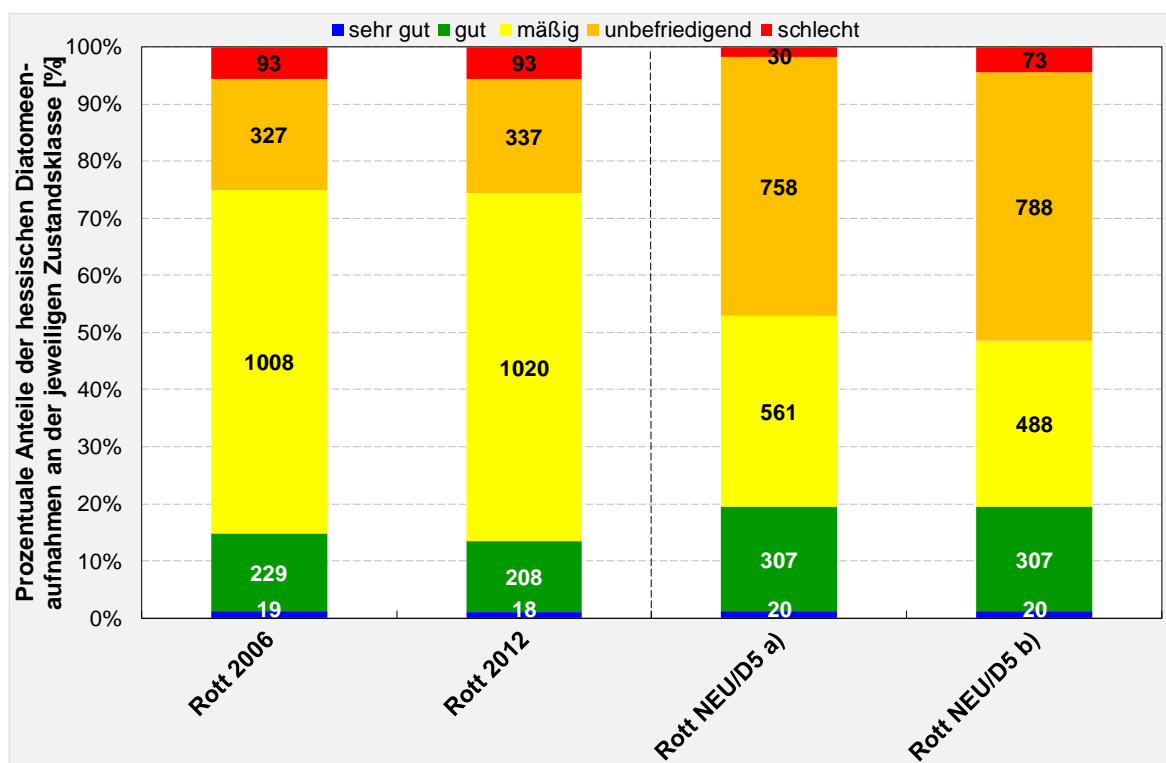


Abbildung 22: Verteilungen der hessischen Diatomeenaufnahmen auf die einzelnen ökologischen Zustandsklassen nach den vier Bewertungssystemen im System nach Rott et al. (1999):
(von links nach rechts)

- 1) Verfahrensstand 2006 „Rott 2006“
- 2) Verfahrensstand 2012 „Rott 2012“
- 3) Variante a) „Rott NEU/D5 a)“
- 4) Variante b) „Rott NEU/D5 b)“

Der Unterschied in der ökologischen Zustandsbewertung zwischen dem Verfahrensstand 2006 („Rott 2006“) und dem Verfahrensstand 2012 („Rott 2012“) ist verschwindend gering. Der geringe Unterschied ist darauf zurückzuführen, da wie bereits erläutert nur Änderungen an einzelnen Klassengrenzen der Diatomeentypen D 9.1, D 9.2 und D 10 vorgenommen wurden und darüber hinaus diese Diatomeentypen in Hessen in vergleichsweise geringer Anzahl vertreten sind.²⁰ Die ökologische Zustandsbewertung der beiden neuen Varianten „Rott NEU/D5 a)“ und „Rott NEU/D5 b)“ unterscheidet sich dagegen deutlicher

²⁰ Die Diatomeentypen D 9.1, D 9.2 und D 10 entsprechen den LAWA-Typen 7, 9.1, 9.2 und 10. 54 von insgesamt 433 Fließgewässerwasserkörper (12%) wurden diesen LAWA-Typen zugeordnet (HMUKLV 2015a). Auf die Diatomeentypen D 9.1, D 9.2 und D 10 entfallen daher auch nur 214 von insgesamt 1.676 Diatomeenuntersuchungen.

gegenüber der von „Rott 2006“ und „Rott 2012“. Im Vergleich zu „Rott 2006“ und „Rott 2012“ halbieren sich nahezu die Anteile der ökologischen Zustandsklasse 3 von „Rott NEU/D5 a)“ und „Rott NEU/D5 b)“. Dagegen ist bei den jeweiligen Anteilen der ökologischen Zustandsklasse 4 mehr als eine Verdoppelung zu beobachten. Zudem ist der Anteil der ökologischen Zustandsklasse 2 im Vergleich zu den beiden „alten“ Zustandsbewertungen um fast 50% angestiegen, der jeweilige Anteil der ökologischen Zustandsklasse 5 dafür gesunken. Insbesondere bei der Trophiebewertung nach „Rott NEU/D5 a)“ nimmt der Anteil der ökologischen Zustandsklasse 5 deutlich ab. Sogar im Vergleich zu „Rott NEU/D5 b)“ hat sich dieser Anteil um mehr als die Hälfte reduziert und stellt damit den markantesten Unterschied zwischen den beiden neuen Bewertungssystemen „Rott NEU/D5 a)“ und „Rott NEU/D5 b)“ dar. Im Gegenzug dafür ist der Anteil der ökologischen Zustandsklasse 3 bei „Rott NEU/D5 b)“ im Vergleich zu „Rott NEU/D5 a)“ verringert. Abbildung 23 verdeutlicht die aufgeführten Unterschiede zwischen den beiden neuen Bewertungssystemen „Rott NEU/D5 a)“ und „Rott NEU/D5 b)“ mittels einer Kreuztabelle und des dazugehörigen Säulendiagramms. Die Kreuztabelle enthält die jeweiligen Verteilungen der Zustandsklassen in den beiden neuen Bewertungssystemen. Das Säulendiagramm zeigt die Verteilung der Zustandsklassen im System „Rott NEU/D5 b)“, aufgeschlüsselt auf die einzelnen Zustandsklassen im System „Rott NEU/D5 a)“.

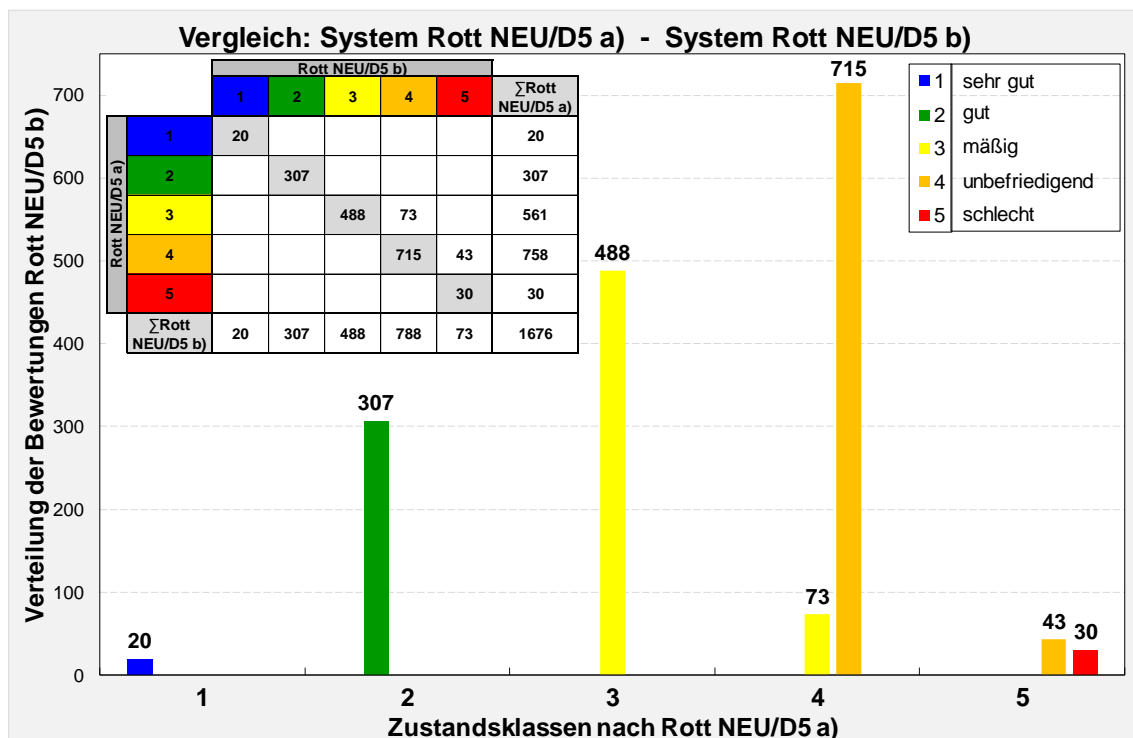


Abbildung 23: Vergleich der Zustandsbewertungen der beiden neuen Bewertungssysteme „Rott NEU/D5 a)“ und „Rott NEU/D5 b)“

Die Differenzen zwischen „Rott NEU/D5 a)“ und „Rott NEU/D5 b)“ sind auf die unterschiedlich festgelegten unteren Ankerpunkte beim Diatomeentyp D 5 zurückzuführen. Da-

für, dass der Diatomeentyp D 5 der in Hessen weitverbreitetste und damit aufnahmestärkste Diatomeentyp ist,²¹ ist der Unterschied zwischen diesen beiden ökologischen Zustandsbewertungen gering. Die Trophiebewertung nach „Rott NEU/D5 a)“ kann daher als zu mild angesehen werden und dem System „Rott NEU/D5 b)“ mit der geringfügig strengeren Bewertung der Vorzug gegeben werden. Darüber hinaus liegen im Vergleich zum derzeit gültigen Bewertungssystem „Rott 2012“ mehr Untersuchungsergebnisse im sehr guten oder guten Bereich.

6.1.3 Das neue System nach Pfister et al. (2016)

6.1.3.1 Vergleich der Trophieindizes nach Rott et al. (1999) und Pfister et al. (2016)

Für die hessischen Diatomeenaufnahmen nimmt der nach Rott et al. (1999) ermittelte Trophieindex Werte von 1,24 bis 3,75 an. Der Trophieindex nach Pfister et al. (2016) umfasst Werte von 0,82 bis 3,29.

Die geringsten indizierten Trophien, aufgeschlüsselt nach den einzelnen Diatomeentypen, sind für beide Trophieindizes in Tabelle 20 aufgeführt. Die Ermittlung der Mediane erfolgt für jeden Diatomeentyp auf Basis der zehn geringsten Indexwerte des hessischen Datensatzes. Zum Vergleich enthält Tabelle 20 zusätzlich die geringsten indizierten Trophien aus der UBA-Projekt-Datenbank, die der Weiterentwicklung des PHYLIB-Bewertungsverfahrens (Schaumburg et al. 2012a) zugrunde lagen. Die Trophieindizes der UBA-Projekt-Datenbank wurden nach Rott et al. (1999) berechnet.

Tabelle 20: Geringste indizierte Trophien für die in Hessen vorkommenden Diatomeentypen, auf Basis der zehn geringsten Indexwerte:
1) ermittelt nach Rott et al. (1999) aus Schaumburg et al. (2012a)
2) ermittelt nach Rott et al. (1999) auf Grundlage des hessischen Datensatzes
3) ermittelt nach Pfister et al. (2016) auf Grundlage des hessischen Datensatzes

D-Typ	MZB-Typ	1)				2)				3)			
		Trophieindex nach Rott et al. (1999) aus der UBA-Projekt-Datenbank für das PHYLIB-Bewertungsverfahren (n=554)				Trophieindex nach Rott et al. (1999) aus den hessischen Diatomeenaufnahmen (n=1.676)				Trophieindex nach Pfister et al. (2016) aus den hessischen Diatomeenaufnahmen (n=1.676)			
		Min.	Med.	Max.	n	Min.	Med.	Max.	n	Min.	Med.	Max.	n
D 5	5, 5.1	1,05	1,27	1,35	247	1,24	1,62	1,88	938	0,82	1,26	1,43	938
D 6	5.2	-	-	-	-	1,67	2,71	2,77	96	1,81	2,44	2,55	96
D 7	9	1,69	2,22	2,61	64	2,51	2,62	2,67	260	2,23	2,40	2,48	260
D 8.1	6, 19	2,19	2,67	2,73	120	2,05	2,54	2,67	139	1,71	2,14	2,32	139
D 8.2	9.1	2,64	2,80	2,86	24	2,64	2,82	2,97	29	2,34	2,72	2,77	29
D 9.1	7	1,63	2,52	2,69	34	1,76	2,65	2,70	90	1,31	2,26	2,36	90
D 9.2	9.1	2,73	2,87	3,01	14	2,70	2,81	2,85	20	2,54	2,63	2,68	20
D 10.1	9.2	2,64	2,74	2,78	48	2,62	2,76	2,83	65	2,20	2,59	2,64	65
D 10.2	10	-	-	-	3	2,58	2,76	2,82	39	2,48	2,59	2,70	39

D-Typ = Diatomeentyp MZB-Typ = Makrozoobenthostyp Min. = Minimalwert Med. = Median Max. = Maximalwert

²¹ Der Diatomeentyp D 5 entspricht den LAWA-Typen 5 und 5.1. 297 von insgesamt 433 Fließgewässerwasserkörper (69%) wurden diesen LAWA-Typen zugeordnet (HMUKLV 2015a). Auf den Diatomeentyp D5 entfallen daher auch 938 von 1.676 Diatomeenuntersuchungen.

Die anhand der hessischen Diatomeenaufnahmen ermittelten Mediane sowie Minima und Maxima für den Trophieindex nach Rott et al. (1999) (Tabelle 20: 2)) stimmen für die Diatomeentypen D 8.1, D 8.2, D 9.1, D 9.2, D 10.1 und D 10.2 gut mit den Werten aus Schaumburg et al. (2012a) (Tabelle 20: 1)) überein. Die hessischen Werte können für diese Diatomeentypen die jeweiligen Trophiebereiche im Grundzustand bestätigen. Die Trophiebereiche der Diatomeentypen D 5 und D 7 unterscheiden sich dagegen relativ stark. Die hessischen Werte liegen deutlich höher als die Werte aus Schaumburg et al. (2012a) und deuten im bundesweiten Vergleich auf höhere Belastungen hin. Beispielsweise wurde der Orientierungswert für Gesamt-Phosphor und ortho-Phosphat in den hessischen Fließgewässern (mit 77% und 64%) gegenüber Nordrhein-Westfalen (mit 33,5% und 14,8%) deutlich häufiger überschritten (HMUKLV 2015b; MKULNV NRW 2015).

Der Vergleich der anhand der hessischen Diatomeenaufnahmen ermittelten Mediane sowie Minima und Maxima für den Trophieindex nach Pfister et al. (2016) (Tabelle 20: 3)) mit denen nach Rott et al. (1999) ermittelten (Tabelle 20: 2)) zeigt, dass für alle Diatomeentypen die Werte im System nach Pfister et al. (2016) unter denen im System nach Rott et al. (1999) liegen.

Für einen weiteren Vergleich werden die beiden berechneten Trophieindizes nach Rott et al. (1999) und Pfister et al. (2016) grafisch gegenübergestellt. Die grafische Gegenüberstellung der beiden Trophieindizes für die hessischen Diatomeenaufnahmen ist Abbildung 24 zu entnehmen. Zum Vergleich wird die grafische Gegenüberstellung der beiden Trophieindizes für die österreichischen und deutschen Diatomeenaufnahmen (Datensatz „Kieselalgen Ö+D“) aus Pfister et al. (2016) ebenfalls in Abbildung 24 dargestellt.

Die hessischen Daten zeigen zwar keine so stark ausgeprägte Korrelation wie die österreichischen und deutschen Daten aus Pfister et al. (2016), dennoch aber eine hohe Korrelation. Der Korrelationskoeffizient r beträgt bei den hessischen Indizes 0,67 (Bestimmtheitsmaß $R^2 = 0,45$), so dass wie bei Pfister et al. (2016) ein statistisch hoch signifikanter Zusammenhang zwischen beiden Trophieindizes gegeben ist.

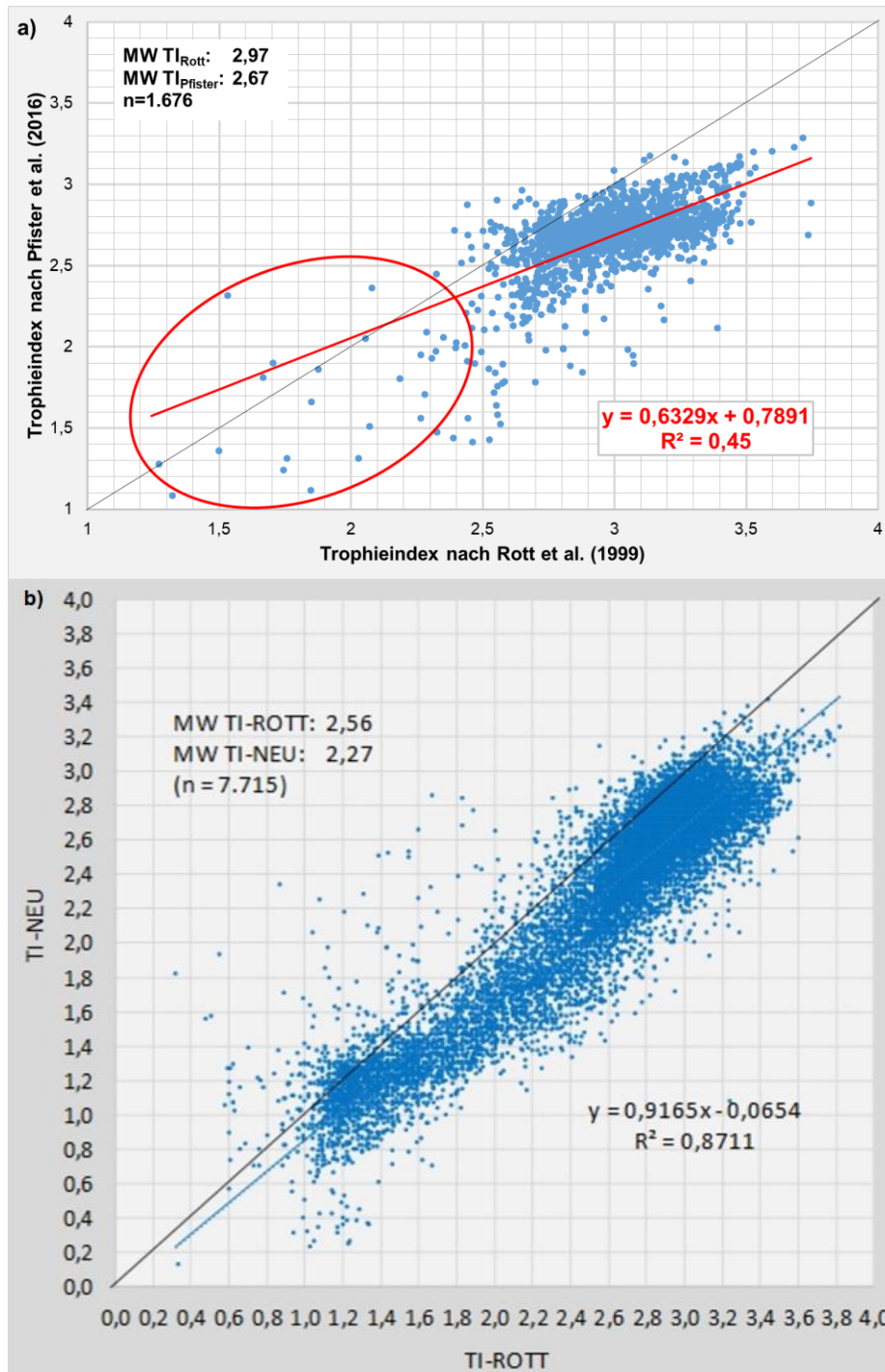


Abbildung 24: Zusammenhang zwischen den Trophieindizes nach Rott et al. (1999) und Pfister et al. (2016)
a) für die hessischen Diatomeenaufnahmen (n = 1.676)
b) für die österreichischen und deutschen Diatomeenaufnahmen (n = 7.715) aus Pfister et al. (2016)

Im Unterschied zu der Regressionsgerade für den Datensatz aus Pfister et al. (2016) (blaue Linie; Abbildung 24 b)) zeigt die Regressionsgerade der hessischen Indizes (rote Linie; Abbildung 24 a)) keinen näherungsweise parallelen Verlauf. Die Regressionsgerade schneidet die Winkelhalbierende (schwarze Linie) bei einem Trophiewert von 2,15. Die Trophieindizes nach Pfister et al. (2016) mit einem Wert über 2,15 liegen daher im

Durchschnitt niedriger als im System nach Rott et al. (1999), die mit einem Wert unter 2,15 dagegen im Durchschnitt höher. Die Randbereiche zeichnen sich in der Folge durch vergleichsweise starke Abweichungen von der Winkelhalbierenden ab. Im Vergleich zum Datensatz aus Pfister et al. (2016) liegen im hessischen Datensatz im unteren Trophiebereich (rote Umrandung; Abbildung 24 a)) nur eine verschwindend geringe Anzahl an Diatomeenaufnahmen vor. 1.628 von 1.676 Diatomeenaufnahmen (97%) weisen einen Trophiewert größer als 2,5 auf. Der untere Randbereich ist aus diesem Grund wenig abgesichert und vermutlich die Ursache für den nicht parallelen Verlauf zur Winkelhalbierenden. Eine „bessere“ lineare Regressionsfunktion könnte daher ermittelt werden, wenn mehr Daten mit einer niedrigen Trophie vorliegen würden. Die Mittelwerte der Trophieindizes aller verglichenen Aufnahmen im System nach Pfister et al. (2016) sind trotz einer nicht parallel verlaufenden Regressionsgeraden jeweils im Durchschnitt um 0,30 Index-Einheiten kleiner als die entsprechenden Mittelwerte im System nach Rott et al. (1999).

Da sich augenscheinlich die Steigung der Wertpaare abschwächt, wird zusätzlich zu der durchgeführten linearen Regression (Abbildung 24 a)) zur Darstellung des Zusammenhangs zwischen den beiden Trophieindizes eine logarithmische Regressionsfunktion auf den hessischen Datensatz angewendet. Die logarithmische Regressionsbeziehung ist in Abbildung 25 dargestellt.

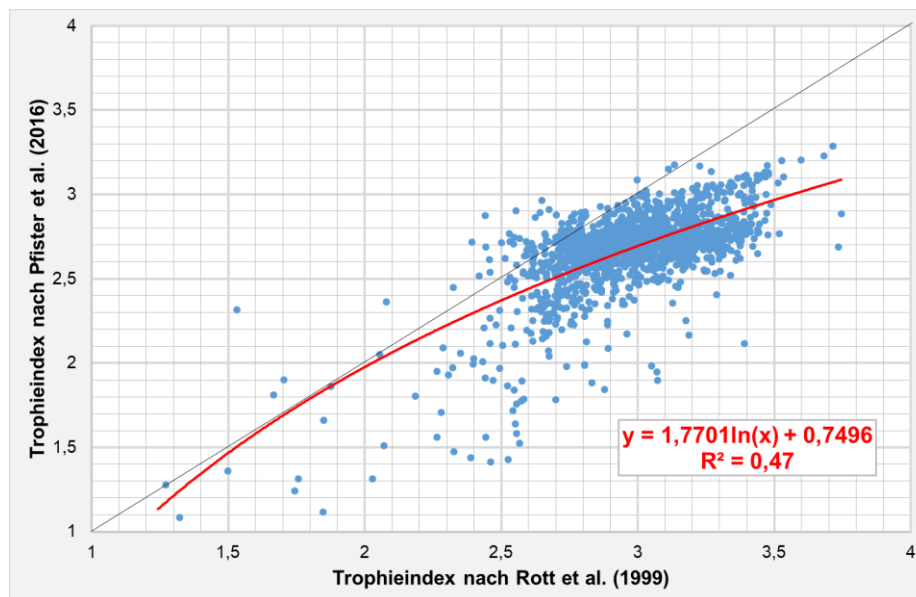


Abbildung 25: Zusammenhang zwischen den Trophieindizes nach Rott et al. (1999) und Pfister et al. (2016) für die hessischen Diatomeenaufnahmen (n = 1.676) – logarithmische Regression

Der Korrelationskoeffizient r erhöht sich im Vergleich zur linearen Regression nur geringfügig von 0,67 auf 0,69 (das Bestimmtheitsmaß R^2 von 0,45 auf 0,48). Allerdings liegt die logarithmische Regression vollständig unterhalb der Winkelhalbierenden, so dass nach

dieser Funktion das System nach Pfister et al. (2016) über die gesamte Bandbreite im Durchschnitt niedriger liegt als das System nach Rott et al. (1999). Die im Durchschnitt um 0,30 Index-Einheiten kleineren Mittelwerte im System nach Pfister et al. (2016) werden daher durch die logarithmische Funktion besser widerspiegelt.

Die logarithmische Funktion ist im Vergleich zur linearen Funktion für die hessischen Daten besser geeignet den Zusammenhang zwischen dem System nach Rott et al. (1999) und dem System nach Pfister et al. (2016) darzustellen.

Die anhand der hessischen Diatomeenaufnahmen festgestellten Differenzen zwischen dem System nach Rott et al. (1999) und dem System nach Pfister et al. (2016) bewegen sich in der gleichen Größenordnung wie die aufgezeigten Differenzen in der Überarbeitung von Pfister et al. (2016) und führen insgesamt betrachtet zu niedrigeren Trophiewerten.

6.1.3.2 Auswirkungen auf der Ebene der ökologischen Zustandsbewertung

Analog zur Überarbeitung von Pfister et al. (2016) münden ohne vorherige Anpassung der Klassengrenzen die niedrigeren Trophieindizes im System nach Pfister et al. (2016) auch in einer besseren Einstufung des ökologischen Zustands. Zur Veranschaulichung werden die nach Pfister et al. (2016) berechneten Trophieindizes nach den gewässertypspezifischen Trophieindexklassengrenzen aus dem bestehenden System nach Rott et al. (1999) in die einzelnen ökologischen Zustandsklassen eingestuft. Die Einstufung erfolgt zum einen nach dem aktuell geltenden Bewertungssystem „Rott 2012“ und zum anderen nach dem überarbeiteten Bewertungssystem „Rott NEU/D5 b)“. Abbildung 26 zeigt die unterschiedlichen Verteilungen der hessischen Diatomeenaufnahmen auf die einzelnen ökologischen Zustandsklassen, die sich für die beiden Bewertungssysteme „Rott 2012“ und „Rott NEU/D5 b)“ jeweils unter der Verwendung der Trophieindizes nach Pfister et al. (2016) und der nach Rott et al. (1999) ergeben. Um die Auswirkungen auf der Ebene der ökologischen Zustandsbewertung detailliert aufzuzeigen, werden zusätzlich die Ergebnisse mittels Kreuztabellen und den dazugehörigen Säulendiagrammen in Abbildung 26 dargestellt.

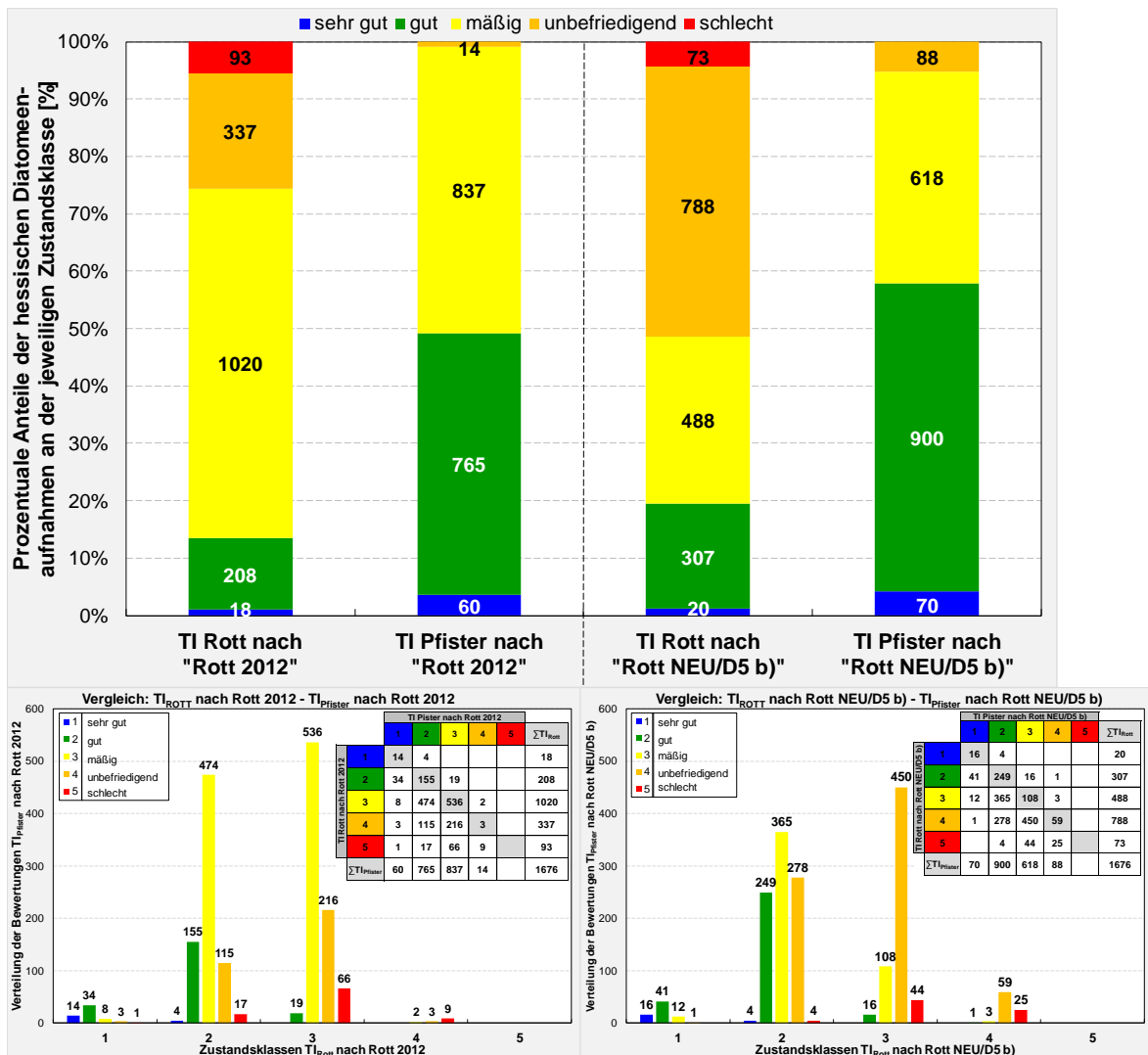


Abbildung 26: Verteilungen der hessischen Diatomeenaufnahmen auf die einzelnen ökologischen Zustandsklassen nach den Bewertungssystemen „Rott 2012“ und „Rott NEU/D5 b“ jeweils unter der Verwendung der Trophieindizes nach Pfister et al. (2016) und der nach Rott et al. (1999) (von links nach rechts)

- 1) Einstufung der Trophieindizes nach Rott et al. (1999) nach dem Bewertungssystem Rott 2012
- 2) Einstufung der Trophieindizes nach Pfister et al. (2016) nach dem Bewertungssystem Rott 2012
- 3) Einstufung der Trophieindizes nach Rott et al. (1999) nach dem Bewertungssystem Rott NEU/D5 b
- 4) Einstufung der Trophieindizes nach Pfister et al. (2016) nach dem Bewertungssystem Rott NEU/D5 b

Im Detail ergeben sich folgende Auswirkungen auf die ökologische Zustandsbewertung, wenn anstelle des Trophieindex nach Rott et al. (1999) der Trophieindex nach Pfister et al. (2016) dem Bewertungssystem „Rott 2012“ zugrunde gelegt wird (linke Kreuztabelle aus Abbildung 26):

- Von den zuvor in der Zustandsklasse 2 eingestuften Trophieindizes nach Rott et al. (1999) werden bei Berechnung nach Pfister et al. (2016) 16% (34 von 208 Aufnahmen) in die Zustandsklasse 1 eingestuft.

- Von den im System Rott et al. (1999) ursprünglich in die Zustandsklasse 3 eingestuften Aufnahmen werden 47% (482 von 1.020 Aufnahmen) im System Pfister et al. (2016) in die Zustandsklasse 1 und 2 verschoben.
- Im System Pfister et al. (2016) werden von den zuvor in die Zustandsklasse 4 einsortierten Trophieindizes nach Rott et al. (1999) sogar 99% (334 von 327 Aufnahmen) um mindestens eine Zustandsklasse besser bewertet.
- Bei Berechnung der Trophieindizes nach Pfister et al. (2016) sind keine Aufnahmen mehr in der Zustandsklasse 5 vertreten. Alle Aufnahme in der Zustandsklasse 5 im ursprünglichen System Rott et al. (1999) werden demnach um mindestens eine Zustandsklasse besser eingestuft.

Insbesondere die Diatomeenaufnahmen in den schlechteren Zustandsklassen werden durch die Berechnung der Trophieindizes nach Pfister et al. (2016) verhältnismäßig öfters hin zu einer besseren Bewertung korrigiert.

Bei Verwendung des überarbeiteten Bewertungssystems „Rott NEU/D5 b“ (rechte Kreuztabelle aus Abbildung 26) präsentiert sich ein vergleichbares Bild bezüglich der Auswirkungen auf die ökologische Zustandsbewertung.

Bei Betrachtung der Verteilungen auf die Zustandsklassen im Gesamten zeigt sich, dass im Bewertungssystem „Rott 2012“ bei Verwendung des Trophieindex nach Rott et al. (1999) gerade einmal 13% der Diatomeenaufnahmen sich im sehr guten und guten Zustand befinden und in der Folge noch für 87% der Aufnahmen ein Handlungsbedarf hinsichtlich trophischer Belastungen besteht. Bei Berechnung der Trophieindizes nach Pfister et al. (2016) sind dagegen bereits knapp 50% der Diatomeenaufnahmen in die Zustandsklassen 1 und 2 eingestuft, für das Bewertungssystem „Rott NEU/D5 b“ schon 58%.

Analog zur Überarbeitung von Pfister et al. (2016) zeigt sich hier für beide Bewertungssysteme deutlich, dass ohne eine Anpassung der Trophieindexklassengrenzen der Trophieindex nach Pfister et al. (2016) zu einer erheblich besseren Einstufung des ökologischen Zustands bezüglich trophischer Belastungen führt. Daher werden für die hessischen Daten ebenfalls bewertungstechnische Anpassungen für das System nach Pfister et al. (2016) notwendig, die im nachfolgenden Abschnitt 6.1.4 erläutert werden.

6.1.4 Trophieindexklassengrenzen für die ökologische Zustandsbewertung im neuen System nach Pfister et al. (2016)

6.1.4.1 Anpassung der überarbeiteten Trophieindexklassengrenzen

Die Ableitung der Trophieindexklassengrenzen für das System nach Pfister et al. (2016) erfolgt numerisch mittels der beiden durchgeführten Regressionen aus Abschnitt 6.1.3.1.

Mit Hilfe der linearen und logarithmischen Regressionsgleichung²² (Ableitungsvariante 1 bzw. 2) werden die Trophieindexklassengrenzen der überarbeiteten Bewertungssysteme „Rott NEU/D5 a)“ und „Rott NEU/D5 b)“ in die neuen Wertebereiche überführt. Zum Vergleich wird zusätzlich die anhand der österreichischen und deutschen Diatomeenaufnahmen (Datensatz „Kieselalgen Ö+D“) ermittelten Regressionsgleichung aus Pfister et al. (2016)²³ (Ableitungsvariante 3) zur Anpassung der Klassengrenzen, ausgehend von dem überarbeiteten Bewertungssystem „Rott NEU/D5 a)“, herangezogen. In Tabelle 21 sind die unterschiedlichen Bewertungssysteme (fünf Bewertungssysteme nach drei Ableitungsvarianten) mit ihren neuen Trophieindexklassengrenzen für das System nach Pfister et al. (2016) dargestellt.

Tabelle 21: Unterschiedlich abgeleitete Bewertungssysteme für das System nach Pfister et al. (2016)
Ableitungsvariante 1: lineare Regression (Grundlage: hessischer Datensatz); ausgehend von:

- a) überarbeitetes Bewertungssystem „Rott NEU/D5 a)“
- b) überarbeitetes Bewertungssystem „Rott NEU/D5 b)“

Ableitungsvariante 2: logarithmische Regression (Grundlage: hessischer Datensatz); ausgehend von:

- a) überarbeitetes Bewertungssystem „Rott NEU/D5 a)“
- b) überarbeitetes Bewertungssystem „Rott NEU/D5 b)“

Ableitungsvariante 3: lineare Regression aus Pfister et al. (2016); ausgehend von: „Rott NEU/D5 a)“

Ableitungsvariante 1: Umrechnung der Klassengrenzen gemäß der Regressionsgleichung: $y = 0,6329x + 0,7891$							
Kurzbezeichnung: a) „Pfister HE lin/D5 a)“ b) „Pfister HE lin/D5 b)“			ökologische Zustandsklassen				
			1	2	3	4	5
D-Typ	MZB-Typ	geomorphologischer Typ	Trophieindex nach Pfister et al. (2016)				
D 5	5, 5.1	Bäche des Buntsandsteins & Grundgebirges (exklusive Subtyp 5.2 (Vulkanite)) EZG<100km ²	≤ 1,95	1,96 - 2,46	a) 2,47 - 2,61 b) 2,47 - 2,58	a) 2,62 - 2,93 b) 2,59 - 2,88	a) > 2,93 b) > 2,88
D 6	5.2	Bäche der Vulkangebiete EZG<100km ²	≤ 2,21	2,22 - 2,59	2,60 - 2,73	2,74 - 3,00	> 3,00
D 7	9	Kleine silikatische Flüsse des Mittelgebirges EZG≥100km ² & <1.000km ²	≤ 2,46	2,47 - 2,65	2,66 - 2,86	2,87 - 3,06	> 3,06
D 8.1	6, 19	Bäche und Niederungsfließgewässer der Löss-, Keuper- & Kreideregion EZG<100km ²	≤ 2,21	2,22 - 2,59	2,60 - 2,73	2,74 - 3,00	> 3,00
D 8.2	9.1	Kleine Flüsse der Löss-, Keuper- & Kreideregion EZG≥100km ² & <1.000km ²	≤ 2,27	2,28 - 2,65	2,66 - 2,76	2,77 - 3,01	> 3,01
D 9.1	7	Bäche der Muschelkalk-, Jura-, Malm-, Lias-, Dogger- & anderer Kalkregionen EZG<100km ²	≤ 2,27	2,28 - 2,65	2,66 - 2,76	2,77 - 3,01	> 3,01
D 9.2	9.1	Kleine Flüsse der Muschelkalk-, Jura-, Malm-, Lias-, Dogger- & anderer Kalkregionen EZG≥100km ² & <1.000km ²	≤ 2,27	2,28 - 2,65	2,66 - 2,76	2,77 - 3,01	> 3,01
D 10.1	9.2	Große Flüsse der Mittelgebirge EZG≥1.000km ² & <10.000km ²	≤ 2,46	2,47 - 2,66	2,67 - 2,87	2,88 - 3,07	> 3,07
D 10.2	10	Ströme der Mittelgebirge EZG≥10.000km ²	≤ 2,46	2,47 - 2,66	2,67 - 2,87	2,88 - 3,07	> 3,07

²² Vgl. hierzu Abbildung 24 a) und Abbildung 25

²³ Vgl. hierzu Abbildung 24 b)

Tabelle 21 fortgesetzt

Ableitungsvariante 2: Umrechnung der Klassengrenzen gemäß der Regressionsgleichung: $y = 1,7701\ln(x) + 0,7496$							
Kurzbezeichnung: a) „Pfister HE log/D5 a)“ b) „Pfister HE log/D5 b)“			ökologische Zustandsklassen				
			1	2	3	4	5
D-Typ	MZB-Typ	geomorphologischer Typ	Trophieindex nach Pfister et al. (2016)				
D 5	5, 5.1	Bäche des Buntsandsteins & Grundgebirges (exklusive Subtyp 5.2 (Vulkanite)) EZG<100km ²	≤ 1,83	1,84 - 2,47	a) 2,48 - 2,62 b) 2,48 - 2,59	a) 2,62 - 2,91 b) 2,60 - 2,87	a) > 2,91 b) > 2,87
D 6	5.2	Bäche der Vulkangebiete EZG<100km ²	≤ 2,18	2,19 - 2,60	2,61 - 2,74	2,75 - 2,96	> 2,96
D 7	9	Kleine silikatische Flüsse des Mittelgebirges EZG≥100km ² & <1.000km ²					
D 8.1	6, 19	Bäche und Niederungsfließgewässer der Löss-, Keuper- & Kreideregion EZG<100km ²	≤ 2,47	2,48 - 2,66	2,67 - 2,85	2,86 - 3,01	> 3,01
D 8.2	9.1	Kleine Flüsse der Löss-, Keuper- & Kreideregion EZG≥100km ² & <1.000km ²					
D 9.1	7	Bäche der Muschelkalk-, Jura-, Malm-, Lias-, Dogger- & anderer Kalkregionen EZG<100km ²	≤ 2,18	2,19 - 2,60	2,61 - 2,74	2,75 - 2,96	> 2,96
D 9.2	9.1	Kleine Flüsse der Muschelkalk-, Jura-, Malm-, Lias-, Dogger- & anderer Kalkregionen EZG≥100km ² & <1.000km ²	≤ 2,25	2,26 - 2,66	2,67 - 2,76	2,77 - 2,97	> 2,97
D 10.1	9.2	Große Flüsse der Mittelgebirge EZG≥1.000km ² & <10.000km ²	≤ 2,25	2,26 - 2,66	2,67 - 2,76	2,77 - 2,97	> 2,97
D 10.2	10	Ströme der Mittelgebirge EZG≥10.000km ²	≤ 2,47	2,48 - 2,66	2,67 - 2,85	2,86 - 3,02	> 3,02

Ableitungsvariante 3: Umrechnung der Klassengrenzen gemäß der Regressionsgleichung: $y = 0,9165x - 0,0654$							
Kurzbezeichnung: „Pfister Ö+D“			ökologische Zustandsklassen				
			1	2	3	4	5
D-Typ	MZB-Typ	geomorphologischer Typ	Trophieindex nach Pfister et al. (2016)				
D 5	5, 5.1	Bäche des Buntsandsteins & Grundgebirges (exklusive Subtyp 5.2 (Vulkanite)) EZG<100km ²	≤ 1,62	1,63 - 2,38	2,39 - 2,56	2,57 - 3,04	> 3,04
D 6	5.2	Bäche der Vulkangebiete EZG<100km ²	≤ 1,99	2,00 - 2,54	2,55 - 2,75	2,76 - 3,13	> 3,13
D 7	9	Kleine silikatische Flüsse des Mittelgebirges EZG≥100km ² & <1.000km ²					
D 8.1	6, 19	Bäche und Niederungsfließgewässer der Löss-, Keuper- & Kreideregion EZG<100km ²	≤ 2,35	2,36 - 2,63	2,64 - 2,93	2,94 - 3,22	> 3,22
D 8.2	9.1	Kleine Flüsse der Löss-, Keuper- & Kreideregion EZG≥100km ² & <1.000km ²					
D 9.1	7	Bäche der Muschelkalk-, Jura-, Malm-, Lias-, Dogger- & anderer Kalkregionen EZG<100km ²	≤ 1,99	2,00 - 2,54	2,55 - 2,75	2,76 - 3,13	> 3,13
D 9.2	9.1	Kleine Flüsse der Muschelkalk-, Jura-, Malm-, Lias-, Dogger- & anderer Kalkregionen EZG≥100km ² & <1.000km ²	≤ 2,08	2,09 - 2,63	2,64 - 2,79	2,80 - 3,15	> 3,15
D 10.1	9.2	Große Flüsse der Mittelgebirge EZG≥1.000km ² & <10.000km ²	≤ 2,08	2,09 - 2,63	2,64 - 2,79	2,80 - 3,15	> 3,15
D 10.2	10	Ströme der Mittelgebirge EZG≥10.000km ²	≤ 2,35	2,36 - 2,64	2,65 - 2,94	2,95 - 3,23	> 3,23

D-Typ = Diatomeentyp; EZG = Einzugsgebiet
MZB-Typ = Makrozoobenthotyp

Variante a) Oberer Ankerpunkt = 3,9
Variante b) Oberer Ankerpunkt = 3,8

1 = sehr guter ökologischer Zustand
2 = guter ökologischer Zustand
3 = mäßiger ökologischer Zustand
4 = unbefriedigender ökologischer Zustand
5 = schlechter ökologischer Zustand

Die sich nach der Ableitungsvariante 1 (lineare Regression) ergebenden Trophieindexklassengrenzen „Pfister HE lin/D5 a)“ und „Pfister HE lin/D5 b)“ liegen alle bis auf die ökologische Zustandsklasse 1 des Diatomeentypes D5 bis zu 0,53 Indexeinheiten unter denjenigen im überarbeiteten Bewertungssystem „Rott NEU/D5 a/b)“. Die ökologische Zustandsklasse 1 des Diatomeentypes D5 liegt dagegen um 0,11 Indexeinheiten über denjenigen im Bewertungssystem „Rott NEU/D5 a)“ bzw. „Rott NEU/D5 b)“. Da die Steigung der Regressionsgleichung kleiner als 1 ist, nimmt die Anpassung der überarbeiteten Trophieindexklassengrenzen nach unten von der ökologischen Zustandsklasse 1 nach 5 zu.

Die neuen Klassengrenzen nach der Ableitungsvariante 2 (logarithmische Regression) „Pfister HE log/D5 a“) und „Pfister HE log/D5 b“) liegen für alle Diatomeentypen und ökologischen Zustandsklassen um bis zu 0,58 Indexeinheiten unter denjenigen der beiden überarbeiteten Bewertungssysteme. Analog zur Ableitungsvariante 1 nimmt die Anpassung der überarbeiteten Trophieindexklassengrenzen nach unten von der ökologischen Zustandsklasse 1 nach 5 zu, wobei im Vergleich zur Ableitungsvariante 1 die Grenzen der ökologischen Zustandsklassen 4 und 5 der logarithmischen Ableitung etwas niedriger liegen und folglich eine strengere Bewertung bedeuten. Der markanteste Unterschied zur Ableitungsvariante 1 ist die deutlich strengere Bewertung der ökologischen Zustandsklasse 1 des Diatomeentypes D5. Die ökologische Zustandsklasse 1 des Diatomeentypes D5 liegt dabei um 0,12 Indexeinheiten unter derjenigen nach der Ableitungsvariante 1 und immerhin um 0,01 Indexeinheiten unter derjenigen im Bewertungssystem „Rott NEU/D5 a“) bzw. „Rott NEU/D5 b“).

Die sich nach der Ableitungsvariante 3 (lineare Regression aus Pfister et al. (2016)) ergebenden Trophieindexklassengrenzen „Pfister Ö+D“ liegen für alle Diatomeentypen und ökologischen Zustandsklassen um bis zu 0,37 Indexeinheiten unter denjenigen der beiden überarbeiteten Bewertungssysteme „Rott NEU/D5 a“) bzw. „Rott NEU/D5 b“). Analog zur Ableitungsvariante 1 und 2 nimmt auch hier die Anpassung der überarbeiteten Trophieindexklassengrenzen nach unten von der ökologischen Zustandsklasse 1 nach 5 zu. Im Vergleich zur Ableitungsvariante 1 und 2 führt jedoch die Ableitungsvariante 3 in den ökologischen Zustandsklassen 1 und 2 zu einer strengeren Bewertung, in den ökologischen Zustandsklassen 3 bis 5 dagegen zu einer mildereren Bewertung. Für den Diatomeentyp D5 ergibt sich nach der Ableitungsvariante 3 zudem für die ökologische Zustandsklasse 3 eine strengere Bewertung.

Die Auswirkungen der unterschiedlich abgeleiteten Trophieindexklassengrenzen auf die ökologische Zustandsbewertung sind im nachfolgenden Abschnitt 6.1.4.2 dargestellt.

6.1.4.2 Vergleich der abgeleiteten Trophieindexklassengrenzen auf der Ebene der ökologischen Zustandsbewertung

Um die Auswirkungen der unterschiedlich abgeleiteten Trophieindexklassengrenzen für das System nach Pfister et al. (2016) aufzuzeigen, erfolgt hier ebenfalls ein Vergleich zwischen den ermittelten Varianten im System Pfister et al. (2016) auf der Ebene der ökologischen Zustandsbewertung. Hierzu werden den nach Pfister et al. (2016) berechneten Trophieindizes die gewässertypspezifischen Trophieindexklassen der einzelnen Varianten (Tabelle 21) jeweils zugrunde gelegt. Die Ergebnisse der Bewertung sind im Anhang (Tabelle 32) aufgeführt. Abbildung 27 zeigt die jeweilige Verteilung der hessischen Diato-

meenaufnahmen auf die einzelnen ökologischen Zustandsklassen, die aus den unterschiedlich abgeleiteten Bewertungssystemen für das System Pfister et al. (2016) resultiert. Um die beiden Systeme Rott et al. (1999) und Pfister et al. (2016) vergleichen zu können, sind zusätzlich die ökologischen Zustandsbewertungen auf Grundlage der beiden überarbeiteten Bewertungssysteme „Rott NEU/D5 a)“ und „Rott NEU/D5 b)“ sowie das derzeit gültige Bewertungssystem „Rott 2012“ in Abbildung 27 dargestellt.

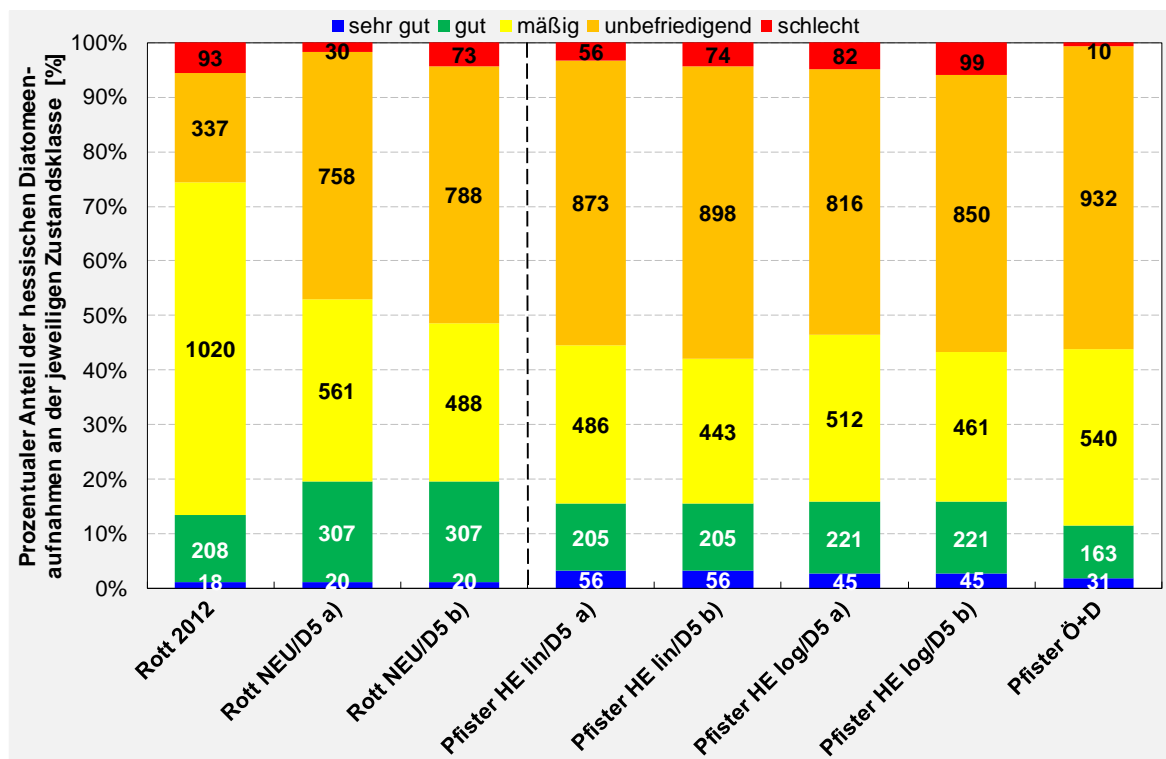


Abbildung 27: Verteilungen der hessischen Diatomeenaufnahmen auf die einzelnen ökologischen Zustandsklassen nach den unterschiedlich abgeleiteten Bewertungssystemen für das System Pfister et al. (2016) und nach den überarbeiteten Bewertungssystemen „Rott NEU/D5 a)“ und „Rott NEU/D5 b)“ für das System Rott et al. (1999) sowie das derzeit gültige Bewertungssystem „Rott 2012“: (von links nach rechts)

Bewertungssystem „Rott 2012“
 Bewertungssystem „Rott NEU/D5 a)“
 Bewertungssystem „Rott NEU/D5 b)“

Ableitungsvariante 1: lineare Regression; Grundlage: hessischer Datensatz:

Bewertungssystem „Pfister HE lin/D5 a)“: ausgehend von „Rott NEU/D5 a)“
 Bewertungssystem „Pfister HE lin/D5 b)“: ausgehend von „Rott NEU/D5 b)“

Ableitungsvariante 2: logarithmische Regression; Grundlage: hessischer Datensatz:

Bewertungssystem „Pfister HE log/D5 a)“: ausgehend von „Rott NEU/D5 a)“
 Bewertungssystem „Pfister HE log/D5 b)“: ausgehend von „Rott NEU/D5 b)“

Ableitungsvariante 3: lineare Regression; Grundlage: Datensatz „Kieselalgen Ö+D“:

Bewertungssystem „Pfister Ö+D“, ausgehend von: „Rott NEU/D5 a)“

Die ökologische Zustandsbewertung der Ableitungsvariante 3 „Pfister Ö+D“ kann deutlich gegenüber der Zustandsbewertung der Ableitungsvarianten 1 und 2 abgegrenzt werden. Die Bewertung der ökologischen Zustandsklassen 1 und 2 kann im Vergleich zu den anderen Varianten mit 194 Diatomeenaufnahmen (12%) als zu streng angesehen werden, die der ökologischen Zustandsklasse 5 mit nur 10 Diatomeenaufnahmen (~1%) dagegen

als zu mild. Die Differenzierung zwischen den einzelnen ökologischen Zustandsklassen ist bei „Pfister Ö+D“ insgesamt nicht stark ausgeprägt. Die Mehrzahl der Bewertungen (932 Diatomeenaufnahmen; 56%) fällt in die ökologische Zustandsklasse 4. Die Trophieindexklassengrenzen „Pfister Ö+D“ scheinen daher für die ökologische Zustandsbewertung der hessischen Diatomeenaufnahmen am wenigsten geeignet.

Der Vergleich der ökologischen Zustandsbewertung der jeweiligen linearen Ableitungsvariante „Pfister HE lin/D5 a)“ und „Pfister HE lin/D5 b)“ mit der entsprechenden logarithmischen Variante „Pfister HE log/D5 a)“ und „Pfister HE log/D5 b)“ zeigt Folgendes:

- Die Anteile der ökologischen Zustandsklassen 1 und 2 sind zusammengefasst nahezu identisch, wobei bei den linearen Varianten der Anteil der Zustandsklasse 1 etwas größer ist, der Anteil der Zustandsklasse 2 dafür etwas geringer.
- Die Anteile der ökologischen Zustandsklassen 3 und 5 sind bei den linearen Varianten geringer als bei den logarithmischen Varianten.
- Der Anteil der ökologischen Zustandsklassen 4 ist dagegen bei den linearen Varianten größer als bei den logarithmischen Varianten.

Der Vergleich der beiden linearen und logarithmischen Ableitungsvarianten untereinander spiegelt ihrerseits im gleichen Maße die Unterschiede zwischen den beiden überarbeiteten (Ausgangs-)Trophieindexklassengrenzen „Rott NEU/D5 a)“ und „Rott NEU/D5 b)“ wider:

- Die Anteile der ökologischen Zustandsklassen 1 und 2 sind jeweils identisch.
- Die Anteile der ökologischen Zustandsklasse 3 bei „Pfister HE lin/D5 a)“ und „Pfister HE log/D5 a)“ sind größer als bei „Pfister HE lin/D5 b)“ und „Pfister HE log/D5 b)“.
- Die Anteile der ökologischen Zustandsklasse 4 und 5 bei „Pfister HE lin/D5 a)“ und „Pfister HE log/D5 a)“ sind dagegen geringer als bei „Pfister HE lin/D5 b)“ und „Pfister HE log/D5 b)“.

Insgesamt betrachtet zeigt das logarithmisch abgeleitete Bewertungssystem mit seinen Varianten „Pfister HE log/D5 a)“ und „Pfister HE log/D5 b)“ die „besten“ Spreizungen bezüglich der Verteilung auf die ökologischen Zustandsklassen. Für die Zustandsklasse 1 und 2 zusammengefasst resultiert dabei ein etwas toleranterer Ansatz, für die Zustandsklasse 5 dagegen ein etwas strengerer. Der Vergleich der logarithmischen Varianten untereinander zeigt, dass die Variante „Pfister HE log/D5 b)“ strenger ist als die Variante „Pfister HE log/D5 a)“. Analog zu den beiden Bewertungssystemen „Rott NEU/D5 a)“ und „Rott NEU/D5 b)“ im System nach Rott et al. (1999) kann auch hier der geringfügig strengeren Trophiebewertung nach „Pfister HE log/D5 b)“ der Vorzug gegeben werden.

Dies kann insbesondere damit begründet werden, da im System „Pfister HE log/D5 b)“ mehr Untersuchungsergebnisse im sehr guten oder guten Bereich liegen als im derzeit gültigen nationalen Bewertungssystem „Rott 2012“.²⁴ Darüber hinaus werden die Diatomeentypen D 8, D 9 und D 10 im System nach „Pfister HE log/D5 b)“ etwas milder bewertet als im System „Rott 2012“.

6.1.5 Fazit zur Trophiebewertung und Empfehlungen

Im Zuge der vergleichenden Auswertungen zwischen den beiden Systemen nach Rott et al. (1999) und Pfister et al. (2016) konnten folgende Unklarheiten bzw. Fehler im derzeit gültigen nationalen Bewertungsverfahren PHYLIB identifiziert werden:

- 1) Die in der Auswertungssoftware PHYLIB (Version 5.3; Stand: Dezember 2015) hinterlegte Taxaliste stimmt nicht mehr vollständig mit der aus der Verfahrensanleitung (Schaumberg et al. 2012b), also der Indikationsliste nach Rott et al. (1999), überein.
- 2) Die festgelegten Trophieindexklassengrenzen der einzelnen Diatomeentypen widersprechen teilweise dem Fließgewässerkontinuum und dem geogenen Untergrund.
- 3) Die Zustandsklassen 3 bis 5 sind fast für alle hessischen Diatomeentypen identisch und spiegeln damit nicht die unterschiedlichen Abstände zwischen den trophischen Referenzzuständen der einzelnen Fließgewässertypen wider.

Zudem hat die Gegenüberstellung der beiden Trophieindizes nach Rott et al. (1999) und Pfister et al. (2016) für die hessischen Diatomeenaufnahmen gezeigt, dass ein statistisch hoch signifikanter Zusammenhang zwischen den beiden Trophieindizes besteht. Allerdings liegen die Trophieindizes nach Pfister et al. (2016) im Durchschnitt niedriger als die entsprechenden Trophieindizes nach Rott et al. (1999). Ohne Modifikation der Trophieindexklassengrenzen führt daher das neue System nach Pfister et al. (2016) zu einer deutlich mildereren Trophiebewertung. Aus diesem Grund wurden bewertungstechnische Anpassungen vorgenommen.

Für das bestehende System nach Rott et al. (1999) und das neue System nach Pfister et al. (2016) wurden die in Tabelle 22 aufgeführten Bewertungssysteme (Varianten) mit unterschiedlichen Trophieindexklassengrenzen für die ökologische Zustandsbewertung geprüft und bewertet.

²⁴ Nach dem derzeit geltenden nationalen Bewertungssystem („Rott 2012“) wurden 226 Diatomeenuntersuchungen in den sehr guten oder guten Zustand eingestuft, nach dem Bewertungssystem „Pfister HE log/D5 b)“ 266.

Tabelle 22: Übersicht über die geprüften und bewerteten Varianten mit unterschiedlichen Trophieindexklassengrenzen für die ökologische Zustandsbewertung im bestehenden System nach Rott et al. (1999) und im neuen System nach Pfister et al. (2016)

Variantenname	Trophieindex nach Rott et al. (1999)	Trophieindex nach Pfister et al. (2016)	Erläuterungen zur Ableitung der typspezifischen Trophieindexklassengrenzen
Rott 2006	x		PHYLIB - Verfahrensstand 2006
Rott 2012	x		PHYLIB - Verfahrensstand 2012
Rott NEU/D5 a) und b)	x		Überarbeitung PHYLIB - Verfahrensstand 2012: gemäß Fließgewässerkontinuum und geogenem Untergrund sowie Ableitung über Ankerpunkte
Pfister HE lin/D5 a) und b)		x	Ableitung über lineare Regression ermittelt anhand der hessischen Daten und ausgehend von den abgeleiteten Klassengrenzen nach "Rott NEU/D5 a) und b)"
Pfister HE log/D5 a) und b)		x	Ableitung über logarithmische Regression ermittelt anhand der hessischen Daten und ausgehend von den abgeleiteten Klassengrenzen nach "Rott NEU/D5 a) und b)"
Pfister Ö+D		x	Ableitung über lineare Regression ermittelt anhand der österreichischen und deutschen Daten aus Pfister et al. (2016) und ausgehend von den abgeleiteten Klassengrenzen nach "Rott NEU/D5 a)"

Der Vergleich der überarbeiteten mit den im Rahmen des PHYLIB-Projektes ermittelten Trophieindexklassengrenzen im bestehenden System nach Rott et al. (1999) auf der Ebene der ökologischen Zustandsbewertung hat für die hessischen Daten ergeben, dass für das System nach Rott et al. (1999) die Variante „Rott NEU/D5 b)“ am geeignetsten ist. Der Vergleich der abgeleiteten Trophieindexklassengrenzen für das System nach Pfister et al. (2016) auf der Ebene der ökologischen Zustandsbewertung hat gezeigt, dass für das System nach Pfister et al. (2016) die Variante „Pfister HE log/D5 b)“ am geeignetsten ist. Beide Varianten weisen in ihrem System jeweils die „besten“ Spreizungen bezüglich der Verteilung auf die ökologischen Zustandsklassen auf. Im Vergleich zu dem derzeit gültigen nationalen Bewertungssystem („Rott 2012“) zeichnen sich zudem diese beiden Bewertungssysteme durch einen toleranten Ansatz hinsichtlich der Zustandsklassen 1 und 2 aus.

Im Rahmen des laufenden UBA-Projektes „Online-Version der biologischen Bewertungsprogramme für Fließgewässer“²⁵ sollte bezüglich der in der Auswertungssoftware hinterlegten Taxaliste eine Klarstellung bzw. Dokumentation erfolgen und diese entsprechend in der Verfahrensanleitung festgehalten werden. Darüber hinaus sollten die derzeit gültigen Trophieindexklassengrenzen der einzelnen Diatomeentypen überprüft und überarbeitet werden sowie der Trophieindex nach Pfister et al. (2016) bundesweit auf seine Eignung getestet werden.

²⁵ Das UBA-Projekt „Online-Version der biologischen Bewertungsprogramme für Fließgewässer“ soll Mitte bis Ende 2019 abgeschlossen werden.

6.2 Statistische Analysen

In diesem Abschnitt sollen statistische Analysen anhand der hessischen Diatomeenuntersuchungen durchgeführt werden. Zunächst erfolgen Analysen zwischen ausgewählten Bewertungsindizes der Teilkomponente Diatomeen und dem Struktur- und Landnutzungsdatensatz. Danach werden Analysen zwischen ausgewählten Bewertungsindizes der Teilkomponente Diatomeen und dem Chemiedatensatz durchgeführt. Abschließend werden die Bewertungsindizes untereinander in Beziehung gesetzt. Die Ermittlung der Zusammenhänge erfolgt dabei im Wesentlichen mittels Korrelationsanalysen nach Pearson. Die statistische Auswertung hat zum einen das Ziel, signifikante Korrelationen zwischen den Bewertungsindizes der Teilkomponente Diatomeen und einzelnen Umweltdaten zu ermitteln. Mit Hilfe von signifikanten Korrelationen können Belastungsfaktoren erkannt werden, so dass diese für eine effiziente Maßnahmenplanung bei der Umsetzung der EU-WRRL unterstützend hinzugezogen werden sollten. Zum anderen sollen anhand der statistischen Auswertungen die beiden Systeme Rott et al. (1997, 1999) und Pfister et al. (2016) miteinander verglichen und bewertet werden.

6.2.1 Vorarbeiten

Für die Korrelationsanalysen wurden neben den bereits berechneten Trophieindizes nach Rott et al. (1999) und nach Pfister et al. (2016) zusätzlich die Saprobienindizes nach Rott et al. (1997) und nach Pfister et al. (2016) mit Hilfe des Programms Microsoft Excel 2016 berechnet. Zudem wurden die Referenzartensumme, der Halobienindex nach Ziemann (1999) und der Diatomeenindex_{Fließgewässer} mittels der Auswertungssoftware PHYLIB (Version 5.3; Stand: Dezember 2015) berechnet. Die Ergebnisse der Berechnungen sind dem Anhang (Tabelle 32) zu entnehmen.

Das Modul „Versauerungsanzeiger“ wurde bei den statistischen Analysen nicht berücksichtigt, da keine bedeutenden Versauerungsprobleme bei den hessischen Fließgewässern auftreten (Banning und Helsper 2010).

6.2.2 Korrelationsanalysen zwischen den Bewertungsindizes der Teilkomponente Diatomeen und dem Datensatz „Struktur- und Landnutzung“

Für die Korrelationsanalysen wurde ein umfangreicher Satz an Struktur- und Landnutzungsdaten zusammengestellt. Der Datensatz enthält neben indexgestützten Struktur- und Landnutzungsdaten auch deskriptive Angaben, die für die Auswertung klassifiziert

wurden.²⁶ Neben den zu betrachtenden Trophie- und Saprobienindex nach Rott et al. (1997, 1999) und nach Pfister et al. (2016) wird zusätzlich die Referenzartensumme für die Analyse der Wechselbeziehungen ausgewählt.

Die Ergebnisse der Korrelationsanalysen zwischen den Bewertungsindizes der Teilkomponente Diatomeen und den Indizes bzw. Klassen der Struktur- und Landnutzungsdaten sind in Tabelle 23 dargestellt. Die hier durchgeführten statistischen Auswertungen stützen sich auf 633 Diatomeenaufnahmen, gepoolt für alle hessischen Diatomeentypen. Die Korrelationsanalysen nach Pearson weisen ein Signifikanzniveau von 0,05 auf.

Tabelle 23: Ergebnisse der Korrelationsberechnungen zwischen den Bewertungsindizes der Teilkomponente Diatomeen und den Indizes bzw. Klassen der Struktur- und Landnutzungsdaten (angegeben als Pearson's Korrelationskoeffizient r; Signifikanz mit $p < 0,05$; n = 633; rote Schriftfarbe: signifikante Korrelation; gelbe Signatur: ausgewählt für Box-Whisker-Darstellung)

		Parameter	Tl _{Rott}	Tl _{Pfister}	Sl _{Rott}	Sl _{Pfister}	RAS
Gewässerstrukturparameter	aus Feldprotokollen	Laufentwicklung (HP)	0,27	0,29	0,21	0,28	-0,10
		Längsprofil (HP)	0,29	0,28	0,19	0,25	-0,09
		Sohlstruktur (HP)	0,27	0,27	0,19	0,24	-0,10
		Querprofil (HP)	0,24	0,23	0,17	0,24	-0,12
		Uferstruktur (HP)	0,26	0,24	0,17	0,22	-0,12
		Gewässerumfeld (HP)	0,11	0,22	0,18	0,28	-0,23
		Gesamtstrukturgüte	0,27	0,27	0,20	0,26	-0,13
		Trübung_Klasse	0,09	0,09	0,01	0,02	-0,06
		Beschattung_Sohlenbereiche_Klasse	0,10	0,12	0,06	0,12	-0,11
		Struka 2012/13	Habitatindex _{Strömung}	0,01	-0,04	0,03	0,03
Habitatindex _{Sohle}	-0,15		-0,19	-0,13	-0,11	0,10	
Habitatindex _{Ufer}	0,00		0,02	0,04	0,06	0,01	
(Gesamt-)Habitatindex	-0,07		-0,09	-0,03	-0,01	0,06	
Landnutzungsparameter	Corine Land Cover-Daten 2012	Landnutzungskategorie_100_500 Wald	-0,05	-0,04	-0,04	-0,06	-0,04
		Landnutzungskategorie_100_500 Grünland	0,06	0,04	0,08	0,03	0,03
		Landnutzungskategorie_100_500 Ackerland	0,08	0,02	-0,02	0,02	0,01
		Landnutzungskategorie_100_500 Städtische Nutzung	-0,01	0,03	0,01	0,05	-0,06
		Landnutzungsindex_100_500	0,05	0,06	0,02	0,07	-0,04
		Landnutzungskategorie_500_5000 Ackerland	0,01	-0,01	-0,01	-0,02	-0,06
		Landnutzungskategorie_500_5000 Städtische Nutzung	0,05	0,03	0,01	0,02	0,02
		Landnutzungsindex_500_5000	0,11	0,02	0,05	0,07	-0,03

Tl_{Rott} = Trophieindex nach Rott et al. (1999)
 Tl_{Pfister} = Trophieindex nach Pfister et al. (2016)
 Sl_{Rott} = Saprobienindex nach Rott et al. (1997)
 Sl_{Pfister} = Saprobienindex nach Pfister et al. (2016)
 RAS = Referenzartensumme; berechnet mittels der Auswertungssoftware PHYLIB
 Struka = Gewässerstrukturkartierung
 HP = Hauptparameter
 Zahlenangabe Landnutzungskategorie und Landnutzungsindex = Breite und Länge des Pufferstreifens

Die Ergebnisse der Korrelationsberechnungen zeigen, dass sich insgesamt die Korrelationskoeffizienten auf einem relativ niedrigen Niveau bewegen. Den höchsten Korrelations-

²⁶ Vgl. hierzu Abschnitt 5.1.2

koeffizienten mit $r = 0,29$ zeigt die Beziehung zwischen dem Trophieindex nach Pfister et al. (2016) und dem Hauptparameter Laufentwicklung der Gewässerstrukturgüte sowie die Beziehung zwischen dem Trophieindex nach Rott et al. (1999) und dem Hauptparameter Längsprofil der Gewässerstrukturgüte.

Zum besseren Vergleich der Korrelationskoeffizienten werden die Ergebnisse der Korrelationsberechnungen graphisch in Form von gruppierten Säulen dargestellt. Die gruppierten Säulen der Trophie- und Saprobienindizes nach Rott et al. (1997, 1999) und Pfister et al. (2016) sowie der Referenzartensumme in Abhängigkeit der Struktur- und Begleitdaten sind in Abbildung 28 dargestellt.

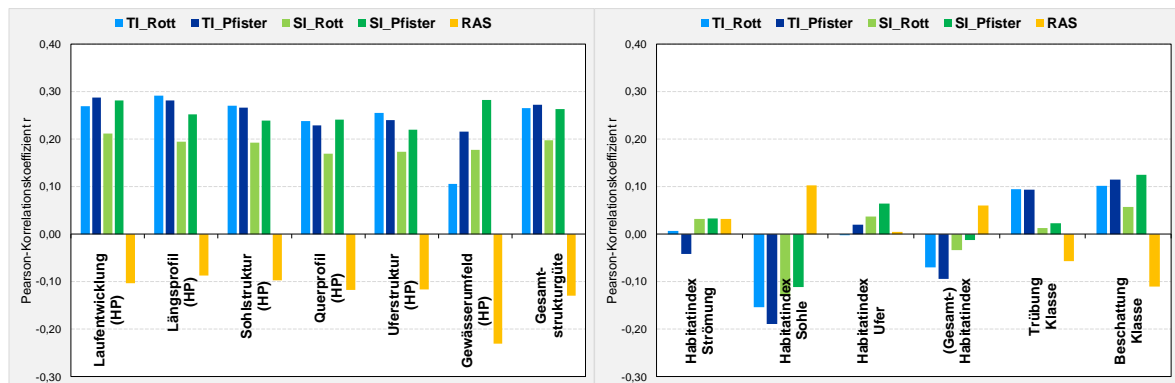


Abbildung 28: Ergebnisse der Korrelationsberechnungen als gruppierte Säulen: Trophie- und Saprobienindex nach Rott et al. (1997, 1999) und Pfister et al. (2016) sowie die Referenzartensumme in Abhängigkeit der Hauptparameter der Gewässerstrukturgüte, der Gesamtstrukturgüte, der Teilkomponenten des Habitatindex, des Habitatindex und weiteren klassifizierten Parametern

Die Ergebnisse der Korrelationsberechnungen zeigen, dass insbesondere die sechs Hauptparameter der Gewässerstrukturgüte sowie die Gesamtstrukturgüte mit den Trophie- und Saprobienindizes nach Rott et al. (1997, 1999) und Pfister et al. (2016) sowie der Referenzartensumme signifikant korrelieren. Die Referenzartensumme weist im Vergleich zu den entsprechenden Trophie- und Saprobienindizes nach Rott et al. (1997, 1999) und Pfister et al. (2016) mit Ausnahme für den Hauptparameter Gewässerumfeld durchwegs geringere Korrelationskoeffizienten auf. Die Trophie- und Saprobienindizes nach Rott et al. (1997, 1999) und Pfister et al. (2016) zeigen für diese Analyse die höchsten Korrelationen, wobei für den Saprobieindex nach Pfister et al. (2016) für alle Parameter aus dem Bereich der Gewässerstrukturgüte höhere Korrelationskoeffizienten berechnet wurden als für den Saprobienindex nach Rott et al. (1997). Die Trophieindizes nach Rott et al. (1999) und Pfister et al. (2016) zeigen dagegen mit Ausnahme des Hauptparameters Gewässerumfeld ähnliche Korrelationskoeffizienten. Für den Hauptparameter Gewässerumfeld erhöht sich der Korrelationskoeffizient für den Trophieindex nach Pfister et al. (2016) deutlich gegenüber den Trophieindex nach Rott et al. (1999).

Die signifikanten, wenn auch vergleichsweise geringen Korrelationen der Hauptparameter der Gewässerstrukturgüte sowie der Gesamtstrukturgüte mit den Indizes der Teilkomponente Diatomeen lassen schlussfolgern, dass sich auch Strukturverbesserungen auf die Diatomeenbesiedlung auswirken werden.

Zusätzlich zu den Parametern aus dem Bereich der Gewässerstrukturgüte wurde der Habitatindex und seine Teilkomponenten als Strukturdaten in die Korrelationsanalyse miteinbezogen. Für die Teilkomponenten $\text{Habitatindex}_{\text{Strömung}}$ und $\text{Habitatindex}_{\text{Ufer}}$ ergeben sich keine signifikanten Korrelationen. Die Teilkomponente $\text{Habitatindex}_{\text{Sohle}}$ korreliert dagegen signifikant mit allen fünf Bewertungsindizes, wobei nahezu alle Korrelationskoeffizienten unterhalb der Werte der Parameter aus dem Bereich der Gewässerstrukturgüte liegen. Wie Förster et al. (2017) zeigen, korreliert der Habitatindex eigentlich stärker zu den biologischen Bewertungen als die herkömmlichen Kennzahlen der Gewässerstrukturkartierung. Die deutlich niedrigeren bzw. fehlenden Korrelationen beim Habitatindex könnten darauf zurückzuführen sein, dass die Parameter aus dem Bereich der Gewässerstrukturgüte und die Parameter für den Habitatindex aus unterschiedlichen Quellen stammen. Die Parameter aus dem Bereich der Gewässerstrukturgüte wurden den Feldprotokollen aus dem biologischen Monitoring entnommen. Die im Zuge des biologischen Monitorings erhobenen Strukturdaten beziehen sich daher genau auf den untersuchten Abschnitt. Der Habitatindex wurde hingegen anhand der Daten aus der landesweiten Strukturgütekartierung 2012/13 mit knapp 8.000 km zu bewertender Streckenlänge ermittelt. Es ist zu vermuten, dass die Sorgfalt für einen einzelnen 100 m-Abschnitt hier niedriger war.

Neben den Strukturdaten wurden auch die Standortfaktoren Trübung und Beschattung aus den Feldprotokollen auf ihre Korrelation mit den Bewertungsindizes untersucht. Die Trophieindizes nach Rott et al. (1999) und Pfister et al. (2016) weisen signifikante Korrelationen zu beiden Parametern auf, jedoch zählen auch diese zu den geringsten Wechselbeziehungen. Insbesondere zwischen dem Trophieindex und dem Parameter Beschattung wurde allerdings ein stärkerer Zusammenhang erwartet. Dennoch sollte nicht der Rückschluss erfolgen, dass die Beschattung keinen Einfluss auf die Teilkomponente Diatomeen hat. Wie Abbildung 29 zu entnehmen ist, zeigt sich eine deutliche Differenzierung zwischen den schattigen bis absonnigen Untersuchungsabschnitten und den sonnigen bis vollsonnigen Abschnitten. Auch zeigen sich relativ hohe Korrelationen zwischen dem Trophieindex nach Pfister et al. (2016) und der Wassertemperatur.²⁷ Wie Untersuchungen beispielsweise von Moosmann et al. (2005) zeigen, kann eine Beschattung der Gewässer die Wassertemperatur um mehrere °Celsius absenken.

²⁷ Vgl. hierzu Abschnitt 6.2.3.1

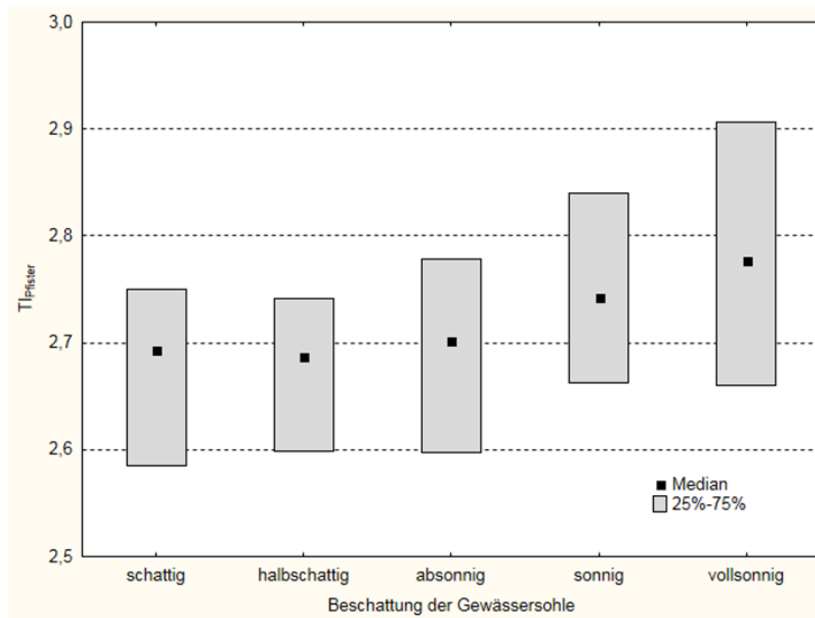


Abbildung 29: Box-Plot: Verteilung der Trophieindizes nach Pfister et al. (2016) in Abhängigkeit zu der Beschattung der Gewässersohle (n = 633)

Die Ergebnisse der Korrelationsberechnungen der Bewertungsindizes mit den Landnutzungsindizes LUI_100_500 und LUI_500_5000 sowie der einzelnen Landnutzungskategorien zeigen, dass die Landnutzungsparameter mehrheitlich keine signifikanten Korrelationen aufweisen. Lediglich drei signifikante Korrelationen wurden berechnet, die jedoch äußerst gering ausfallen. Dies deutet daraufhin, dass diffuse Phosphoreinträge nur in vergleichsweise geringem Ausmaß stattfinden. Dies steht in Übereinstimmung mit den Darstellungen im Bewirtschaftungsplan Hessen 2015-2021 (HMUKLV 2015a). Danach stammen die in die Gewässer eingetragenen Gesamtposphorfrachten zu 65% aus Kläranlagen. Der Anteil der erosiven Einträge liegt hingegen nur bei etwa 15%.

6.2.3 Korrelationsanalysen zwischen den Bewertungsindizes der Teilkomponente Diatomeen und dem Datensatz „Chemie“

Neben den zuvor betrachteten Parametern haben insbesondere physikalisch-chemische Parameter einen Einfluss auf die Diatomeen-Taxozönose, so dass für die Korrelationsanalysen ein weiterer umfangreicher Satz an Chemiedaten zusammengestellt wurde.²⁸ Neben den Trophie- und Saprobienindex nach Rott et al. (1997, 1999) und nach Pfister et al. (2016) wird zusätzlich der Halobienindex nach Ziemann (1999) für die Analyse der Wechselbeziehungen ausgewählt. Für die Analyse der Phosphorverhältnisse wird zudem die Referenzartensumme hinzugezogen. In den nachfolgenden Abschnitten werden die Ergebnisse der Korrelationsanalysen vorgestellt.

²⁸ Vgl. hierzu Abschnitt 5.1.3

6.2.3.1 Parameter der Qualitätskomponenten Temperaturverhältnisse, Sauerstoffhaushalt und Versauerungszustand

Die Ergebnisse der Korrelationsanalysen zwischen den Bewertungsindizes der Teilkomponente Diatomeen und den ausgewählten Parametern der Qualitätskomponenten Temperaturverhältnisse, Sauerstoffhaushalt und Versauerungszustand sind in Tabelle 24 dargestellt. Die hier durchgeführten statistischen Auswertungen stützen sich für die Parameter Wassertemperatur, Sauerstoffgehalt und pH-Wert auf jeweils 204 Diatomeenaufnahmen und für den Parameter TOC auf 229 Diatomeenaufnahmen, gepoolt für alle hessischen Diatomeentypen. Die Korrelationsanalysen nach Pearson weisen ein Signifikanzniveau von 0,05 auf.

Tabelle 24: Ergebnisse der Korrelationsberechnungen zwischen den Bewertungsindizes der Teilkomponente Diatomeen und den Parametern der Qualitätskomponenten Temperaturverhältnisse, Sauerstoffhaushalt und Versauerungszustand

(angegeben als Pearson´s Korrelationskoeffizient r; Signifikanz mit $p < 0,05$; $n = 204$ (für Wassertemperatur, Sauerstoffgehalt & pH-Wert); $n = 229$ (für TOC)

rote Schriftfarbe: signifikante Korrelation; gelbe Signatur: ausgewählt für Box-Whisker-Darstellung

Qualitätskomponente: Temperaturverhältnisse	Parameter: Wassertemperatur (N=204)	T _{Rott}	T _{Pfister}	SI _{Rott}	SI _{Pfister}	HI _{Ziemann}
	10%-Perzentil	-0,10	0,27	0,16	0,27	-0,04
	25%-Perzentil	-0,09	0,30	0,17	0,32	0,01
	Median	0,00	0,36	0,17	0,32	0,17
	arithmetischer Mittelwert	-0,08	0,40	0,18	0,33	0,15
	75%-Perzentil	-0,11	0,39	0,14	0,28	0,19
	90%-Perzentil	0,01	0,37	0,15	0,24	0,25
Qualitätskomponente: Sauerstoffhaushalt	Parameter: Sauerstoffgehalt (N=204)	T _{Rott}	T _{Pfister}	SI _{Rott}	SI _{Pfister}	HI _{Ziemann}
	10%-Perzentil	-0,26	-0,40	-0,15	-0,28	-0,26
	25%-Perzentil	-0,23	-0,42	-0,14	-0,29	-0,25
	Median	-0,27	-0,37	-0,11	-0,28	-0,23
	arithmetischer Mittelwert	-0,29	-0,42	-0,15	-0,31	-0,24
	75%-Perzentil	-0,26	-0,31	-0,13	-0,28	-0,19
	90%-Perzentil	-0,25	-0,39	-0,18	-0,32	-0,14
Qualitätskomponente: Sauerstoffhaushalt	Parameter: TOC (N=229)	T _{Rott}	T _{Pfister}	SI _{Rott}	SI _{Pfister}	HI _{Ziemann}
	10%-Perzentil	0,09	0,45	0,23	0,35	0,11
	25%-Perzentil	0,08	0,41	0,21	0,32	0,11
	Median	0,07	0,35	0,17	0,29	0,08
	arithmetischer Mittelwert	0,09	0,32	0,14	0,29	0,07
	75%-Perzentil	0,10	0,28	0,14	0,26	0,08
	90%-Perzentil	0,09	0,20	0,07	0,19	0,05

Tabelle 24 fortgesetzt

Qualitätskomponente: Versauerungszustand	Parameter: pH-Wert (N=204)	TI _{Rott}	TI _{Pfister}	SI _{Rott}	SI _{Pfister}	HI _{Ziemann}
	10%-Perzentil	-0,21	-0,07	0,02	-0,03	0,01
	25%-Perzentil	-0,19	-0,12	0,03	-0,06	0,01
	Median	-0,19	-0,18	-0,01	-0,10	0,02
	arithmetischer Mittelwert	-0,22	-0,16	-0,01	-0,08	0,01
	75%-Perzentil	-0,20	-0,21	-0,02	-0,11	0,02
	90%-Perzentil	-0,23	-0,21	-0,04	-0,10	0,00

TI_{Rott} = Trophieindex nach Rott et al. (1999)
 TI_{Pfister} = Trophieindex nach Pfister et al. (2016)
 SI_{Rott} = Saprobienindex nach Rott et al. (1997)
 SI_{Pfister} = Saprobienindex nach Pfister et al. (2016)
 HI_{Ziemann} = Halobienindex nach Ziemann (1999); berechnet mittels der Auswertungssoftware PHYLIB

Der grafische Vergleich der Korrelationskoeffizienten für die Zusammenhänge zwischen den Bewertungsindizes der Teilkomponente Diatomeen und den jeweiligen 10%-, 25%-, 75%- und 90%-Perzentilen sowie Medianen und arithmetischen Mitteln der Parameter Wassertemperatur, Sauerstoffhaushalt, TOC und pH-Wert ist in Abbildung 30 dargestellt.

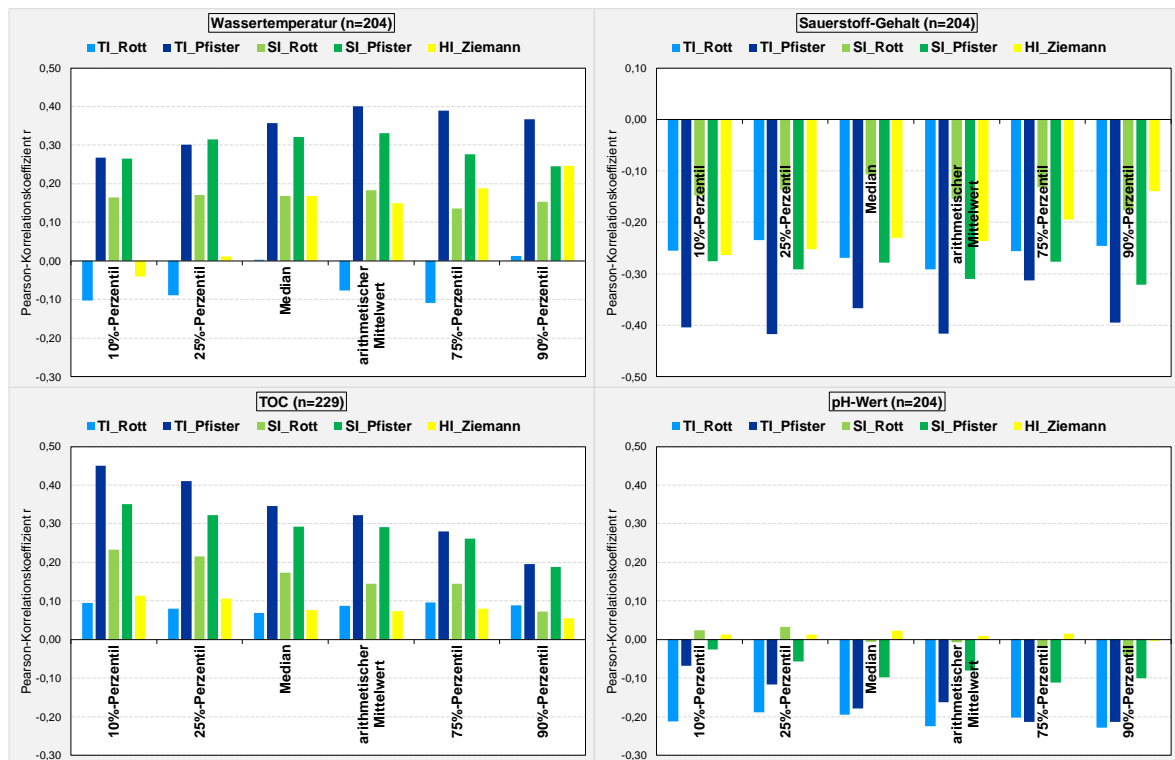


Abbildung 30: Ergebnisse der Korrelationsberechnungen als gruppierte Säulen: Trophie- und Saprobienindex nach Rott et al. (1997, 1999) und Pfister et al. (2016) sowie der Halobienindex nach Ziemann (1999) in Abhängigkeit der Parameter Wassertemperatur, Sauerstoffgehalt, TOC und pH-Wert für die jeweiligen 10%-, 25%-, 75%- und 90%-Perzentile sowie Mediane und arithmetischen Mittelwerte

Die Auswertung für den Parameter Wassertemperatur zeigt, dass für den Trophieindex nach Rott et al. (1999) keine signifikanten Korrelationen vorliegen. Die berechneten Korre-

lationen für den Trophieindex nach Rott et al. (1999) zeichnen sich mehrheitlich durch negative Korrelationskoeffizienten aus. Dagegen korreliert der Trophieindex nach Pfister et al. (2016) signifikant positiv mit der Wassertemperatur und zeigt über die einzelnen Perzentile und dem arithmetischen Mittel ähnlich hohe Korrelationskoeffizienten. Der Saprobienindex weist bereits im System nach Rott et al. (1997) mehrheitlich signifikante Korrelationen auf. Im System nach Pfister et al. (2016) haben sich für den Saprobienindex die Werte der Korrelationskoeffizienten im Vergleich zum System nach Rott et al. (1997) nahezu verdoppelt. Der Halobienindex nach Ziemann (1999) korreliert nur mit den oberen Perzentilen und dem arithmetischen Mittel der Wassertemperatur signifikant.

Mit steigender Wassertemperatur nimmt, zumindest bis zum Temperaturoptimum, auch die biologische Aktivität und damit auch das Biomassewachstum zu. In der Folge ist eine positive Korrelation des Trophie- und Saprobienindex mit der Wassertemperatur zu erwarten. Die Korrelationen für den Trophie- und Saprobienindex nach Pfister et al. (2016) bestätigen deutlich diesen Zusammenhang mit der Wassertemperatur. Die, wenn auch nicht als signifikant angegebenen, negativen Korrelationen für den Trophieindex nach Rott et al. (1999) erscheinen dagegen nicht plausibel.

Abbildung 31 zeigt die Verteilung des Trophieindex nach Rott et al. (1999) (linkes Box-Plot) und des Trophieindex nach Pfister et al. (2016) (rechtes Box-Plot) in Abhängigkeit zu den Jahresmittelwerten der Wassertemperatur.

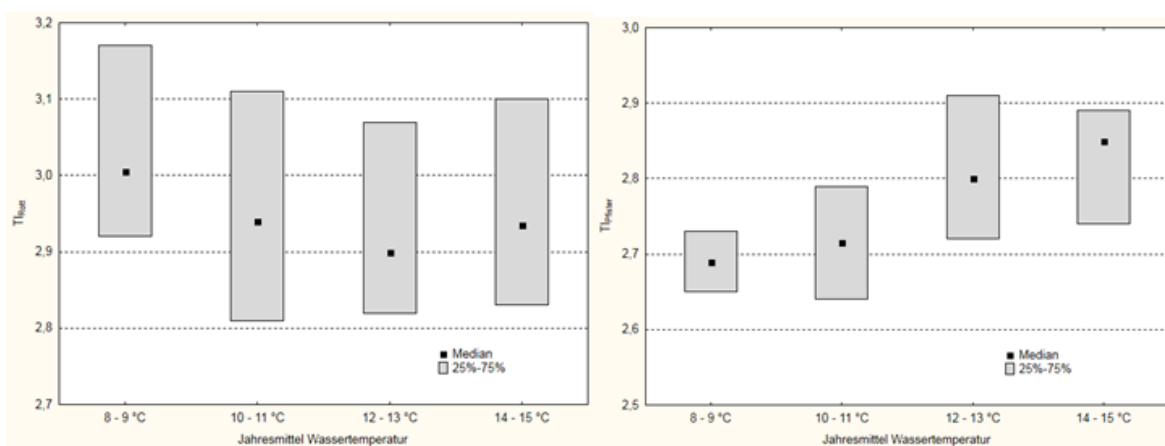


Abbildung 31: Box-Plots: Trophieindex nach Rott et al. (1999) (links) und Pfister et al. (2016) (rechts) in Abhängigkeit zu den Jahresmittelwerten der Wassertemperatur (n = 204)

Das linke Box-Plot aus Abbildung 31 verdeutlicht die nicht plausible negative Abhängigkeit des Trophieindex nach Rott et al. (1999) zur Wassertemperatur. Hingegen ist beim Trophieindex nach Pfister et al. (2016) deutlich die positive Abhängigkeit zur Wassertemperatur zu erkennen. Bei Betrachtung der medianen Verteilung steigt bei einer Temperaturerhöhung um 4°C, ausgehend von der Klasse 10-11°C, der Trophieindex nach Pfister et al.

(2016) um etwa 0,15 an. Eine Absenkung der Wassertemperatur durch Beschattung kann demnach dazu beitragen den Trophieindex zu reduzieren.²⁹

Die signifikanten Korrelationen des Halobienindex nach Ziemann (1999) mit den oberen Perzentilen der Wassertemperatur können damit erklärt werden, dass die Wassertemperatur neben den physiologischen Prozessen auch physikalische Prozesse wie zum Beispiel Lösungsvorgänge beeinflusst. Mit steigenden Wassertemperaturen erhöht sich das Lösungsvermögen von Salzen und verbessert damit die Habitatbedingungen für salzliebende Diatomeen, die dem Halobienindex nach Ziemann (1999) zugrunde liegen.

Für den Parameter Sauerstoffgehalt ergeben sich für den Trophie- und Saprobienindex nach Rott et al. (1997, 1999) und Pfister et al. (2016) sowie dem Halobienindex nach Ziemann (1999) durchwegs negative und überwiegend signifikante Korrelationen. Die Bewertungsindizes korrelieren dabei auf unterschiedlich hohen Niveaus, wobei die statistischen Größen jeweils ähnliche Korrelationskoeffizienten aufweisen. Auch hier zeigt sich, dass der Trophie- und Saprobienindex nach Pfister et al. (2016) deutlich besser mit dem Sauerstoffgehalt korreliert als der Trophie- und Saprobienindex nach Rott et al. (1997, 1999).

Da die Saprobie die Belastung eines Gewässers durch abbaubare organische Verbindungen beschreibt und damit im Zusammenhang mit sauerstoffverbrauchenden Prozessen im Gewässer steht, sinkt mit zunehmender Saprobie der Sauerstoffgehalt im Gewässer. Daher ist für den Saprobienindex nach Pfister et al. (2016) eine negative Korrelation mit dem Sauerstoffgehalt zu erwarten. Insbesondere das System nach Pfister et al. (2016) bestätigt diesen Zusammenhang. Der Trophieindex lässt dagegen zunächst eine positive Korrelation mit dem Parameter Sauerstoffgehalt vermuten, da Diatomeen als photoautotrophe Organismen bei der Photosynthese Kohlendioxid verbrauchen und Sauerstoff freisetzen. Durch ein vermehrtes Algenwachstum ist daher zumindest tagsüber von einem höheren Sauerstoffgehalt auszugehen. Jedoch führt das Absterben einer großen Menge an gebildeter Biomasse sekundär zu einer erhöhten organischen Belastung, die mit einer starken Sauerstoffzehrung verbunden ist. Durch den Abbau des abgestorbenen, organischen Materials unter aeroben Bedingungen kommt es also zu einer erhöhten Saprobie. Dieser Vorgang wird als Sekundärsaprobie oder sekundäre Verschmutzung bezeichnet. Die negative Korrelation des Trophieindex mit dem Sauerstoffgehalt kann damit durch die Sekundärsaprobie und der überwiegenden saprobiellen Belastung infolge eines vermehrten Algenwachstums erklärt werden.

²⁹ Vgl. hierzu Abschnitt 6.2.2

Für den Halobienindex nach Ziemann (1999) können keine signifikante Korrelation für den Parameter TOC berechnet werden. Auch für den Trophieindex nach Rott et al. (1999) ergeben sich keine signifikanten Korrelationen für TOC, jedoch deutliche für den Trophieindex nach Pfister et al. (2016). Aus der grafischen Darstellung wird deutlich, dass die Korrelationskoeffizienten vom 10%-Perzentil hin zum 90%-Perzentil abnehmen. Der Saprobienindex zeigt bereits im System nach Rott et al. (1999) mehrheitlich signifikante Korrelationen, wobei auch hier der Saprobienindex nach Pfister et al. (2016) höhere Korrelationen aufweist. Analog zum Trophieindex nach Pfister et al. (2016) nehmen auch für den Saprobienindex die Korrelationskoeffizienten vom 10%-Perzentil hin zum 90%-Perzentil ab.

Die Auswertung für den Parameter pH-Wert zeigt lediglich für den Trophieindex nach Rott et al. (1999) und Pfister et al. (2016) signifikante Korrelationen. Für den Saprobienindex nach Rott et al. (1997) und Pfister et al. (2016) sowie dem Halobienindex nach Ziemann (1999) ergeben sich dagegen keine signifikanten Korrelationen.

Korrelationen mit dem pH-Wert wären insbesondere für das Bewertungsmodul „Versauerungsanzeiger“ zu erwarten, das jedoch aufgrund der untergeordneten Bedeutung für hessische Gewässer nicht betrachtet wurde. Für den Trophieindex wäre anstelle der vorhandenen negativen Korrelation tendenziell eher eine positive Korrelation zu vermuten. Durch den Kohlenstoffdioxidverbrauch bei der Photosynthese verschiebt sich das Kalk-Kohlensäure-Gleichgewicht und es kommt in der Folge zu einem Anstieg des pH-Wertes. Ein vermehrtes Algenwachstum müsste daher tendenziell eher mit einer pH-Wert-Erhöpfung verbunden sein. Eine Erklärung für eine negative Korrelation könnte hier ebenfalls die Sekundärsaprobie liefern. Beim Abbau des abgestorbenen, organischen Materials kommt es zur Kohlendioxidfreisetzung und damit zu einer Erniedrigung des pH-Wertes. An der Stelle wird darauf hingewiesen, dass dem statistischen Zusammenhang keine kausale Beziehung zugrunde liegen muss. Die geringere Korrelation beim Trophieindex nach Pfister et al. (2016) spricht in diesem Fall hier somit eher für das System Pfister et al. (2016).

6.2.3.2 Parameter der Qualitätskomponente Salzgehalt sowie ausgewählte Metallionen

Die Ergebnisse der Korrelationsanalysen zwischen den Bewertungsindizes der Teilkomponente Diatomeen und den ausgewählten Parametern der Qualitätskomponente Salzgehalt sowie ausgewählte Metallionen sind in Tabelle 25 dargestellt. Die hier durchgeführten statistischen Auswertungen stützen sich für die Parameter Leitfähigkeit und Kalium auf jeweils 204 Diatomeenaufnahmen, für den Parameter Chlorid auf 228, für den Parameter

Sulfat auf 152 und den Parameter Magnesium auf 235 Diatomeenaufnahmen, gepoolt für alle hessischen Diatomeentypen. Die Korrelationsanalysen nach Pearson weisen ein Signifikanzniveau von 0,05 auf.

Tabelle 25: Ergebnisse der Korrelationsberechnungen zwischen den Bewertungsindizes der Teilkomponente Diatomeen und den Parametern der Qualitätskomponente Salzgehalt sowie den Metallionen Kalium und Magnesium

(angegeben als Pearson´s Korrelationskoeffizient r ; Signifikanz mit $p < 0,05$; $n = 204$ (für Leitfähigkeit & Kalium); $n = 228$ (für Chlorid); $n = 152$ (für Sulfat); $n = 235$ (für Magnesium) **rote Schriftfarbe**: signifikante Korrelation; **gelbe Signatur**: ausgewählt für Box-Whisker-Darstellung)

Qualitätskomponente: Salzgehalt	Parameter: Leitfähigkeit (N=204)	TI_{Rott}	TI_{Pfister}	SI_{Rott}	SI_{Pfister}	HI_{Ziemann}
	10%-Perzentil	0,05	0,24	0,13	0,14	0,53
	25%-Perzentil	0,04	0,27	0,17	0,18	0,50
	Median	0,02	0,27	0,18	0,21	0,42
	arithmetischer Mittelwert	0,02	0,27	0,17	0,20	0,44
	75%-Perzentil	0,01	0,27	0,18	0,21	0,41
	90%-Perzentil	0,01	0,26	0,18	0,20	0,36
Qualitätskomponente: Salzgehalt	Parameter: Chlorid (N=228)	TI_{Rott}	TI_{Pfister}	SI_{Rott}	SI_{Pfister}	HI_{Ziemann}
	10%-Perzentil	0,04	0,21	0,06	0,04	0,54
	25%-Perzentil	0,04	0,22	0,07	0,05	0,54
	Median	0,02	0,22	0,07	0,06	0,47
	arithmetischer Mittelwert	0,02	0,22	0,07	0,06	0,44
	75%-Perzentil	0,02	0,21	0,06	0,06	0,37
	90%-Perzentil	0,02	0,21	0,07	0,06	0,36
Qualitätskomponente: Salzgehalt	Parameter: Sulfat (N=152)	TI_{Rott}	TI_{Pfister}	SI_{Rott}	SI_{Pfister}	HI_{Ziemann}
	10%-Perzentil	-0,12	-0,03	-0,05	-0,10	0,30
	25%-Perzentil	-0,12	-0,02	-0,05	-0,10	0,30
	Median	-0,13	-0,04	-0,06	-0,11	0,29
	arithmetischer Mittelwert	-0,13	-0,04	-0,06	-0,11	0,28
	75%-Perzentil	-0,13	-0,05	-0,06	-0,11	0,26
	90%-Perzentil	-0,13	-0,06	-0,07	-0,12	0,25
Qualitätskomponente: Salzgehalt	Parameter: Kalium (N=204)	TI_{Rott}	TI_{Pfister}	SI_{Rott}	SI_{Pfister}	HI_{Ziemann}
	10%-Perzentil	0,08	0,23	0,07	0,06	0,65
	25%-Perzentil	0,07	0,24	0,08	0,08	0,66
	Median	0,07	0,26	0,10	0,10	0,65
	arithmetischer Mittelwert	0,07	0,26	0,09	0,09	0,65
	75%-Perzentil	0,07	0,28	0,11	0,11	0,65
	90%-Perzentil	0,07	0,28	0,11	0,12	0,64

Tabelle 25 fortgesetzt

Qualitätskomponente:	Parameter: Magnesium (N=235)	TI_{Rott}	$TI_{Pfister}$	SI_{Rott}	$SI_{Pfister}$	$HI_{Ziemann}$
	10%-Perzentil	0,00	0,11	-0,01	-0,03	0,54
	25%-Perzentil	0,00	0,12	-0,01	-0,03	0,53
	Median	0,00	0,12	-0,01	-0,03	0,52
	arithmetischer Mittelwert	0,00	0,12	-0,01	-0,03	0,52
	75%-Perzentil	-0,01	0,12	-0,01	-0,02	0,50
	90%-Perzentil	-0,01	0,13	0,00	-0,02	0,50
	TI_{Rott} = Trophieindex nach Rott et al. (1999) $TI_{Pfister}$ = Trophieindex nach Pfister et al. (2016) SI_{Rott} = Saprobienindex nach Rott et al. (1997) $SI_{Pfister}$ = Saprobienindex nach Pfister et al. (2016) $HI_{Ziemann}$ = Halobienindex nach Ziemann (1999); berechnet mittels der Auswertungssoftware PHYLIB					

Abbildung 32 zeigt den graphischen Vergleich der Korrelationskoeffizienten für die Bewertungsindizes der Teilkomponente Diatomeen zu den Perzentilen und arithmetischen Mitteln der Parameter Leitfähigkeit, Chlorid, Sulfat, Kalium und Magnesium.

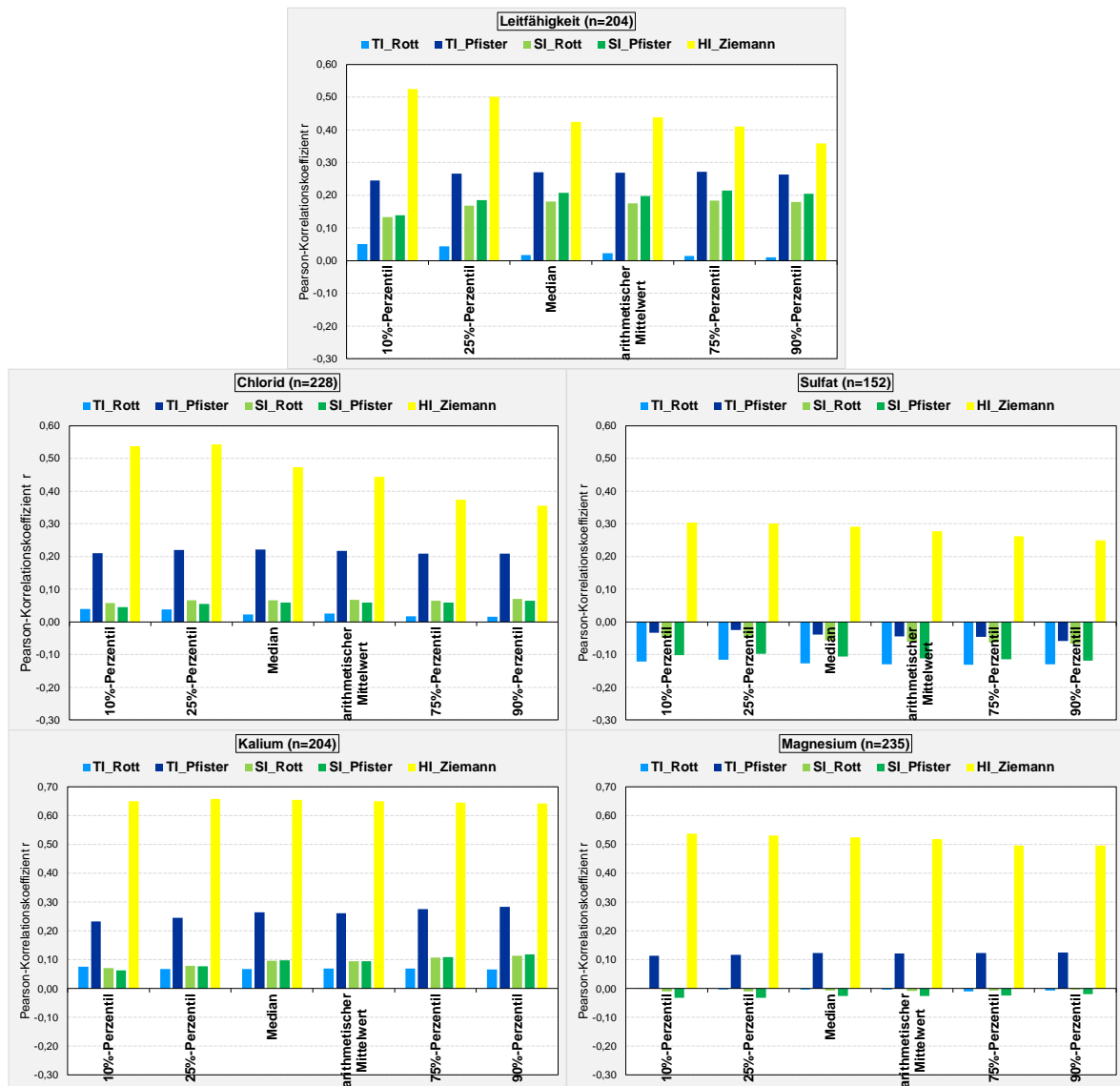


Abbildung 32: Ergebnisse der Korrelationsberechnungen als gruppierte Säulen: Trophie- und Saprobienindex nach Rott et al. (1997, 1999) und Pfister et al. (2016) sowie der Halobienindex nach Ziemann (1999) in Abhängigkeit der Parameter Leitfähigkeit, Chlorid, Sulfat, Kalium und Magnesium für die jeweiligen 10%-, 25%-, 75%- und 90%-Perzentile sowie Mediane und arithmetischen Mittelwerte

Die Auswertung für die Qualitätskomponente Salzgehalt einschließlich der Metallionen Kalium und Magnesium zeigt, dass für den Trophieindex nach Rott et al. (1999) keine signifikanten Korrelationen vorliegen. Der Trophieindex nach Pfister et al. (2016) korreliert dagegen signifikant mit drei der fünf Parameter. Diese sind: Leitfähigkeit, Chlorid- und Kalium-Gehalt. Die drei Parameter zeigen dabei für die betrachteten statistischen Größen jeweils ähnliche Korrelationskoeffizienten. Für den Saprobienindex nach Rott et al. (1997) ergeben sich nur für den Parameter Leitfähigkeit signifikante Korrelationen. Gleiches gilt für den Saprobienindex nach Pfister et al. (2016). Der Halobienindex nach Ziemann (1999) weist für alle fünf Parameter hohe, signifikante Korrelationen auf. Die höchsten Korrelationskoeffizienten mit rund 0,65 zeigt der Halobienindex nach Ziemann (1999) für den Parameter Kalium. Insbesondere für die Parameter Leitfähigkeit und Chlorid kann bei

den betrachteten Perzentilen ein Trend beobachtet werden. Die grafische Darstellung verdeutlicht die Abnahme der Korrelationskoeffizienten vom 10%-Perzentil hin zum 90%-Perzentil. Andeutungsweise zeigt sich dieser Trend auch bei den Parametern Sulfat und Magnesium.

Die hier betrachteten Ionen Chlorid, Sulfat, Kalium und Magnesium gehören zu den wichtigsten in Gewässern gelösten Salzen, die damit auch maßgeblich den Salzgehalt (Gesamtheit aller im Wasser gelösten Ionen) eines Gewässers bestimmen. Der Gehalt der einzelnen Ionen sowie der Salzgehalt insgesamt haben einen wesentlichen Einfluss auf die Zusammensetzung der Biozönose im Gewässer. Mit steigendem Salzgehalt verändern sich die Habitatbedingungen zugunsten salzliebender Diatomeen und der Halobienindex wird in der Folge größer. Die hohen Korrelationen für den Halobienindex mit den Parametern der Qualitätskomponente Salzgehalt und den mineralischen Ionen bestätigen deutlich diesen Zusammenhang.

Abbildung 33 zeigt die Verteilung des Halobienindex nach Ziemann (1999) (linkes Box-Plot) und des Trophieindex nach Pfister et al. (2016) (rechtes Box-Plot) in Abhängigkeit zu den Jahresmittelwerten der Chloridkonzentrationen. Die Einteilung der Chloridkonzentrationsklassen auf der Ordinate erfolgte in Anlehnung an die Oberflächengewässerverordnung 2016. Gemäß dieser Verordnung liegen die Chloridkonzentrationen im sehr guten Zustand ≤ 50 mg/l und im guten Zustand ≤ 200 mg/l (OGewV 2016). Da zudem neue Untersuchungsergebnisse aus Projekten der LAWA zeigen, dass diese Werte zu hoch sind (Halle et al. 2017), wurden zusätzlich die Klasse < 25 mg/l sowie die entsprechenden Zwischenstufen berücksichtigt.

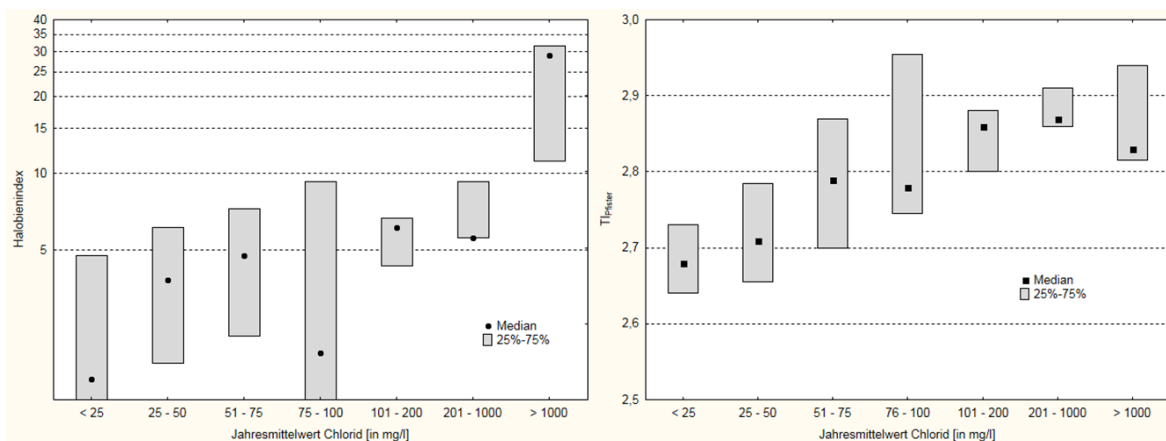


Abbildung 33: Box-Plots: Halobienindex nach Ziemann (1999) (links) und Pfister et al. (2016) (rechts) in Abhängigkeit zu den Jahresmittelwerten der Chloridkonzentrationen (n = 228)

Wie dem linken Box-Plot aus Abbildung 33 zu entnehmen ist, steigt der Halobienindex nach Ziemann (1999) zunächst kontinuierlich mit steigenden Chloridgehalten an, wobei der Halobienindex einen Wert von 10 nicht überschreitet. Auffällig dabei ist, dass bei der

Klasse 201 - 1.000 mg/l mit bereits deutlich erhöhten Chloridgehalten das 25%-/75%-Perzentil auch keinen Wert über 10 annimmt. Denn erst, wenn der Halobienindex nach Ziemann (1999) einen Wert von 15 überschreitet, erfolgt eine Abstufung des ökologischen Zustands um eine Qualitätsklasse.³⁰ In Fließgewässern mit unnatürlich hohen Chloridgehalten (> 1.000 mg/l) ist dann auch ein deutlicher Anstieg beim Halobienindex nach Ziemann (1999) zu beobachten. Der Median bei Fließgewässern mit Chloridgehalten über 1.000 mg/l liegt bei knapp 30. Es wird also erst bei deutlich unnatürlichen Chloridgehalten von über 1.000 mg/l eine Abstufung in Bezug zum ökologischen Zustand vorgenommen.

Wie das rechte Box-Plot aus Abbildung 33 zeigt, sind bei Chloridkonzentrationen oberhalb von 200 mg/l für den Trophieindex nach Pfister et al. (2016) keine Abhängigkeiten zu erkennen. Es ist anzumerken, dass der Trophieindex in erster Linie die Nährstoffverhältnisse widerspiegeln soll und nicht zwingend wie der Halobienindex Salzbelastungen. Dennoch zeigt der Trophieindex nach Pfister et al. (2016) Abhängigkeiten bei niedrigen Chloridgehalten und differenziert in diesem Bereich sogar besser als der Halobienindex nach Ziemann (1999).

6.2.3.3 Parameter der Qualitätskomponente Nährstoffverhältnisse in Bezug zum Stickstoff

Die Ergebnisse der Korrelationsanalysen zwischen den Bewertungsindizes der Teilkomponente Diatomeen und den ausgewählten Parametern der Qualitätskomponente Nährstoffverhältnisse in Bezug zum Stickstoff sind in Tabelle 26 dargestellt. Die hier durchgeführten statistischen Auswertungen stützen sich für die Parameter Gesamt- und Ammonium-Stickstoff auf jeweils 229 Diatomeenaufnahmen, für den Parameter Nitrat-Stickstoff auf 228 und den Parameter Nitrit-Stickstoff auf 177 Aufnahmen, gepoolt für alle hessischen Diatomeentypen. Die Korrelationsanalysen nach Pearson weisen ein Signifikanzniveau von 0,05 auf.

³⁰ Vgl. hierzu Abschnitt 3.2.4

Tabelle 26: Ergebnisse der Korrelationsberechnungen zwischen den Bewertungsindizes der Teilkomponente Diatomeen und den Parametern der Qualitätskomponente Nährstoffverhältnisse in Bezug zum Stickstoff

(angegeben als Pearson's Korrelationskoeffizient r ; Signifikanz mit $p < 0,05$; $n = 229$ (für Gesamt- & Ammonium-Stickstoff); $n = 228$ (für Nitrat-Stickstoff); $n = 177$ (für Nitrit-Stickstoff); **rote Schriftfarbe**: signifikante Korrelation)

Qualitätskomponente: Nährstoffverhältnisse	Parameter: Stickstoff_{Gesamt} (N=229)	TI_{Rott}	TI_{Pfister}	SI_{Rott}	SI_{Pfister}	HI_{Ziemann}
	10%-Perzentil	0,02	0,02	-0,07	-0,06	0,02
	25%-Perzentil	0,02	0,05	-0,03	-0,02	0,03
	Median	0,03	0,08	0,02	0,03	0,03
	arithmetischer Mittelwert	0,04	0,07	0,02	0,02	0,03
	75%-Perzentil	0,05	0,10	0,07	0,07	0,06
	90%-Perzentil	0,06	0,11	0,08	0,08	0,06
Qualitätskomponente: Nährstoffverhältnisse	Parameter: Nitrat-Stickstoff (N=228)	TI_{Rott}	TI_{Pfister}	SI_{Rott}	SI_{Pfister}	HI_{Ziemann}
	10%-Perzentil	-0,07	-0,04	-0,09	-0,09	-0,03
	25%-Perzentil	-0,04	0,00	-0,03	-0,03	0,00
	Median	-0,04	0,03	0,01	0,00	0,02
	arithmetischer Mittelwert	-0,03	0,03	0,01	0,00	0,02
	75%-Perzentil	-0,01	0,07	0,08	0,07	0,06
	90%-Perzentil	-0,01	0,07	0,08	0,07	0,07
Qualitätskomponente: Nährstoffverhältnisse	Parameter: Nitrit-Stickstoff (N=177)	TI_{Rott}	TI_{Pfister}	SI_{Rott}	SI_{Pfister}	HI_{Ziemann}
	10%-Perzentil	0,19	0,38	0,25	0,35	0,11
	25%-Perzentil	0,15	0,37	0,23	0,35	0,10
	Median	0,15	0,34	0,19	0,31	0,09
	arithmetischer Mittelwert	0,17	0,37	0,22	0,34	0,06
	75%-Perzentil	0,16	0,37	0,21	0,32	0,07
	90%-Perzentil	0,17	0,35	0,21	0,33	0,02
Qualitätskomponente: Nährstoffverhältnisse	Parameter: Ammonium-Stickstoff (N=229)	TI_{Rott}	TI_{Pfister}	SI_{Rott}	SI_{Pfister}	HI_{Ziemann}
	10%-Perzentil	0,13	0,09	-0,04	-0,02	0,05
	25%-Perzentil	0,13	0,10	-0,03	-0,02	0,04
	Median	0,14	0,14	0,00	0,04	0,03
	arithmetischer Mittelwert	0,15	0,17	0,03	0,09	0,03
	75%-Perzentil	0,15	0,16	0,02	0,08	0,03
	90%-Perzentil	0,17	0,22	0,08	0,17	0,02

TI_{Rott} = Trophieindex nach Rott et al. (1999)

TI_{Pfister} = Trophieindex nach Pfister et al. (2016)

SI_{Rott} = Saprobienindex nach Rott et al. (1997)

SI_{Pfister} = Saprobienindex nach Pfister et al. (2016)

HI_{Ziemann} = Halobienindex nach Ziemann (1999); berechnet mittels der Auswertungssoftware PHYLIB

Der visuelle Vergleich der Korrelationskoeffizienten für die Bewertungsindizes der Teilkomponente Diatomeen zu den Perzentilen und arithmetischen Mitteln der Parameter Nitrit- und Ammonium-Stickstoff ist in Abbildung 34 dargestellt.

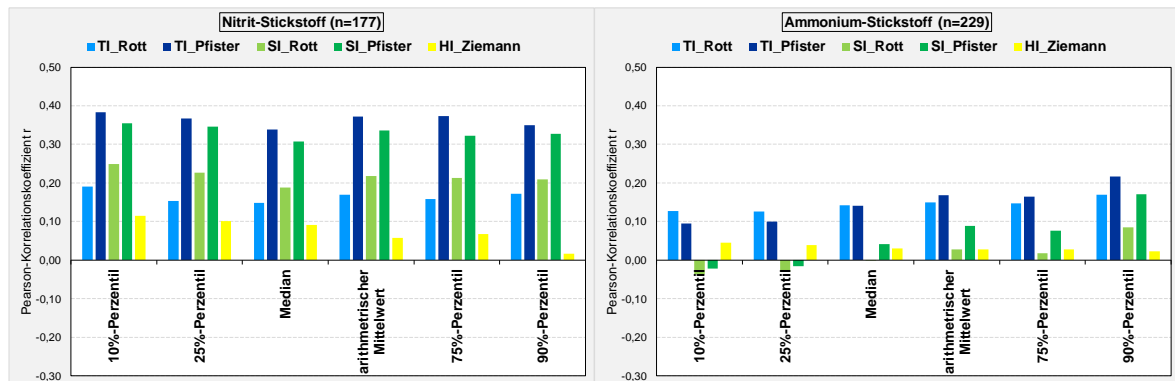


Abbildung 34: Ergebnisse der Korrelationsberechnungen als gruppierte Säulen: Trophie- und Saprobienindex nach Rott et al. (1997, 1999) und Pfister et al. (2016) sowie der Halobienindex nach Ziemann (1999) in Abhängigkeit der Parameter Nitrit- und Ammonium-Stickstoff für die jeweiligen 10%-, 25%-, 75%- und 90%-Perzentile sowie Mediane und arithmetischen Mittelwerte

Die Auswertung für die Nährstoffverhältnisse in Bezug zum Stickstoff zeigt, dass lediglich bei den Parametern Nitrit- und Ammonium-Stickstoff signifikante Korrelationen vorliegen. Für den Parameter Ammonium-Stickstoff korrelieren jedoch nur die oberen Perzentile signifikant mit dem Trophieindex. Der Trophieindex nach Rott et al. (1999) und nach Pfister et al. (2016) weisen dabei ähnliche Korrelationskoeffizienten auf. Der Parameter Nitrit-Stickstoff ist sowohl mit dem Trophie- als auch mit dem Saprobienindex nach Rott et al. (1997, 1999) und nach Pfister et al. (2016) signifikant korreliert, wobei die beiden Indizes im System nach Pfister et al. (2016) deutlich bessere Korrelationen aufzeigen.

Die nicht vorhandenen Korrelationen zu Gesamt-Stickstoff und Nitrat-Stickstoff erscheinen plausibel, da Stickstoff in Fließgewässern in der Regel nicht zum Minimumfaktor wird. Fließgewässer unterliegen vielmehr einer Phosphorlimitierung.³¹

Ammonium kann als Stickstoffquelle durch Diatomeen verwertet werden. Damit könnten die geringen, signifikanten Korrelationen mit dem Trophieindex begründet werden. Allerdings hätten sich in der Konsequenz auch signifikante Korrelationen für den Parameter Nitrat ergeben müssen, die jedoch nicht vorliegen. Die signifikanten Korrelationen für den Parameter Ammonium können daher nicht durch einen kausalen Zusammenhang beschrieben werden. Die vergleichsweise hohen Korrelationen für den Parameter Nitrit zu den trophischen und saprobiellen Zuständen können auch nicht durch einen kausalen Zusammenhang erklärt werden.

³¹ Vgl. hierzu Abschnitt 2.4

6.2.3.4 Parameter der Qualitätskomponente Nährstoffverhältnisse in Bezug zum Phosphor

Die Ergebnisse der Korrelationsanalysen zwischen den Bewertungsindizes der Teilkomponente Diatomeen und den ausgewählten Parametern der Qualitätskomponente Nährstoffverhältnisse in Bezug zum Phosphor sind in Tabelle 27 dargestellt. Die hier durchgeführten statistischen Auswertungen stützen sich für den Parameter Gesamt-Phosphor auf 186 Diatomeenaufnahmen und für den Parameter ortho-Phosphat auf 223 Aufnahmen, gepoolt für alle hessischen Diatomeentypen. Die Korrelationsanalysen nach Pearson weisen ein Signifikanzniveau von 0,05 auf.

Tabelle 27: Ergebnisse der Korrelationsberechnungen zwischen den Bewertungsindizes der Teilkomponente Diatomeen und den Parametern der Qualitätskomponente Nährstoffverhältnisse in Bezug zum Phosphor

(angegeben als Pearson´s Korrelationskoeffizient r; Signifikanz mit $p < 0,05$; $n = 186$ (für Gesamt-Phosphor); $n = 223$ (für ortho-Phosphat);

rote Schriftfarbe: signifikante Korrelation; **gelbe Signatur:** ausgewählt für Box-Whisker-Darstellung)

Qualitätskomponente: Nährstoffverhältnisse	Parameter: Phosphor _{Gesamt} (N=186)	TI _{Rott}	TI _{Pfister}	SI _{Rott}	SI _{Pfister}	HI _{Ziemann}	RAS
	10%-Perzentil	0,15	0,30	0,15	0,21	0,09	-0,10
	25%-Perzentil	0,14	0,30	0,16	0,21	0,10	-0,11
	Median	0,13	0,31	0,16	0,21	0,07	-0,11
	arithmetischer Mittelwert	0,15	0,29	0,16	0,24	0,06	-0,12
	75%-Perzentil	0,15	0,30	0,17	0,24	0,05	-0,12
	90%-Perzentil	0,16	0,27	0,15	0,24	0,04	-0,11
	Parameter: ortho-Phosphat (N=223)	TI _{Rott}	TI _{Pfister}	SI _{Rott}	SI _{Pfister}	HI _{Ziemann}	RAS
10%-Perzentil	0,13	0,27	0,11	0,15	0,13	-0,01	
25%-Perzentil	0,13	0,27	0,12	0,16	0,12	-0,01	
Median	0,12	0,28	0,13	0,16	0,10	-0,02	
arithmetischer Mittelwert	0,13	0,27	0,12	0,15	0,10	-0,01	
75%-Perzentil	0,13	0,28	0,13	0,16	0,09	-0,02	
90%-Perzentil	0,13	0,26	0,13	0,15	0,10	-0,03	

TI_{Rott} = Trophieindex nach Rott et al. (1999)
 TI_{Pfister} = Trophieindex nach Pfister et al. (2016)
 SI_{Rott} = Saprobienindex nach Rott et al. (1997)
 SI_{Pfister} = Saprobienindex nach Pfister et al. (2016)
 HI_{Ziemann} = Halobienindex nach Ziemann (1999); berechnet mittels der Auswertungssoftware PHYLIB
 RAS = Referenzartensumme; berechnet mittels der Auswertungssoftware PHYLIB

Die Ergebnisse der Korrelationsberechnungen zeigen auch hier, dass sich insgesamt die Korrelationskoeffizienten auf einem relativ niedrigen Niveau bewegen. Die höchsten Korrelationskoeffizienten um die 0,30 zeigen die Beziehungen zwischen dem Trophieindex nach Pfister et al. (2016) und dem Parameter Gesamt-Phosphor.

Abbildung 34 ist der grafische Vergleich der Korrelationskoeffizienten für die Bewertungsindizes der Teilkomponente Diatomeen zu den Perzentilen und arithmetischen Mitteln der Parameter Gesamt-Phosphor und ortho-Phosphat zu entnehmen.

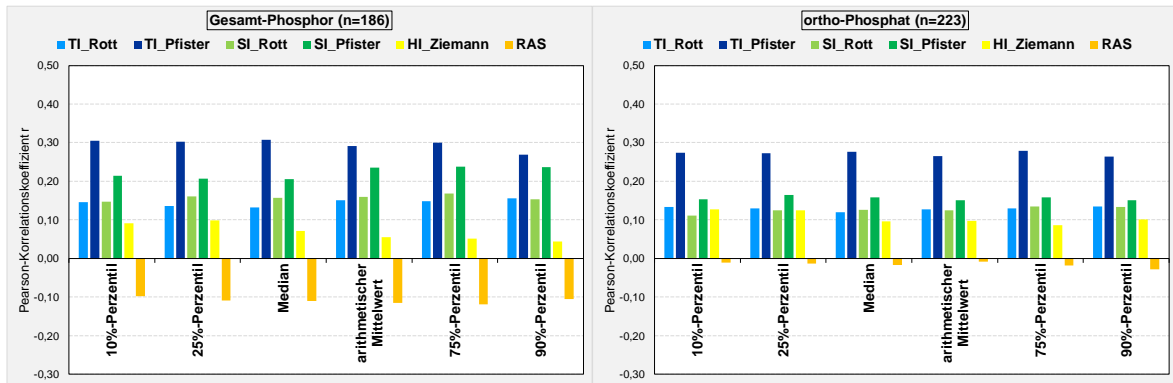


Abbildung 35: Ergebnisse der Korrelationsberechnungen als gruppierte Säulen: Trophie- und Saprobienindex nach Rott et al. (1999, 1997) und Pfister et al. (2016) sowie der Halobienindex nach Ziemann (1999) und die Referenzartensumme in Abhängigkeit der Parameter Gesamt-Phosphor und ortho-Phosphat für die jeweiligen 10%-, 25%-, 75%- und 90%-Perzentile sowie Mediane und arithmetischen Mittelwerte

Die Auswertung für die Nährstoffverhältnisse in Bezug zum Phosphor zeigt, dass keine signifikanten Korrelationen für den Halobienindex nach Ziemann (1999) und die Referenzartensumme berechnet werden konnten. Der Trophieindex nach Rott et al. (1999) weist keine bzw. nur vereinzelt sehr geringe signifikante Korrelationen zu den Phosphorparametern auf. Der Trophieindex nach Pfister et al. (2016) zeigt dagegen für alle statistischen Größen signifikante Korrelationen, die im Vergleich zum Trophieindex nach Rott et al. (1999) auf einem deutlich höheren Niveau liegen. Die Korrelationen für ortho-Phosphat sind dabei geringfügig schwächer ausgeprägt als die für Gesamt-Phosphor. Der Saprobienindex nach Rott et al. (1997) weist ebenfalls keine bzw. nur geringe signifikante Korrelationen zu den Phosphorparametern auf. Das System Pfister et al. (2016) zeigt auch für den Saprobienindex bessere Korrelationen, jedoch nicht so hohe wie beim Trophieindex nach Pfister et al. (2016).

Phosphor ist ein wichtiger Pflanzennährstoff für autotrophe Organismen. In Fließgewässern stellt in der Regel Phosphor den wachstumsbegrenzenden Faktor dar, so dass der Phosphorgehalt den Eutrophierungsgrad eines Gewässers bestimmt. In der Folge müsste mit steigenden Phosphorgehalten der Trophieindex größer werden. Daher sollten sich deutliche Zusammenhänge zwischen dem Trophieindex und den Phosphorparametern ergeben. Auffällig ist daher, dass keine bzw. nur sehr geringe signifikante Korrelationen für den Trophieindex nach Rott et al. (1999) berechnet werden konnten. Der Trophieindex nach Pfister et al. (2016) bestätigt dagegen den Zusammenhang. Die aktualisierten artspezifischen Trophiewerte der indikativen Taxa spiegeln damit besser die trophischen Belastungen wider. Als Grund für die etwas schwächeren Korrelationen beim ortho-Phosphat im Vergleich zum Gesamt-Phosphor führt Coring (2015) Nährstoffstripping durch dominante Makrophytenbestände oder vorhandenes Plankton an.

Abbildung 36 zeigt die Verteilungen des Trophieindex nach Rott et al. (1999) (linke Box-Plots) und des Trophieindex nach Pfister et al. (2016) (rechte Box-Plots) in Abhängigkeit zu den Jahresmittelwerten der Gesamt-Phosphorkonzentrationen (obere Box-Plots) sowie der ortho-Phosphatkonzentrationen (untere Box-Plots). Die Einteilung der Gesamt-Phosphor- bzw. ortho-Phosphatkonzentrationsklassen auf der Ordinate erfolgte in Anlehnung an die Oberflächengewässerverordnung 2016. Gemäß dieser Verordnung liegt für Gesamt-Phosphor bzw. ortho-Phosphat für die Fließgewässertypen in Hessen der Hintergrundwert für den sehr guten Zustand bei einem Jahresmittelwert von $\leq 0,05$ mg/l bzw. $\leq 0,02$ mg/l, der Orientierungswert für den guten Zustand bei einem Jahresmittelwert von $\leq 0,1$ mg/l bzw. $\leq 0,07$ mg/l (OGewV 2016). Die Klassen mit höheren Gesamt-Phosphor- bzw. ortho-Phosphatkonzentrationen wurden entsprechend der Größenordnungen der Hintergrund- bzw. Orientierungswerte ergänzt.

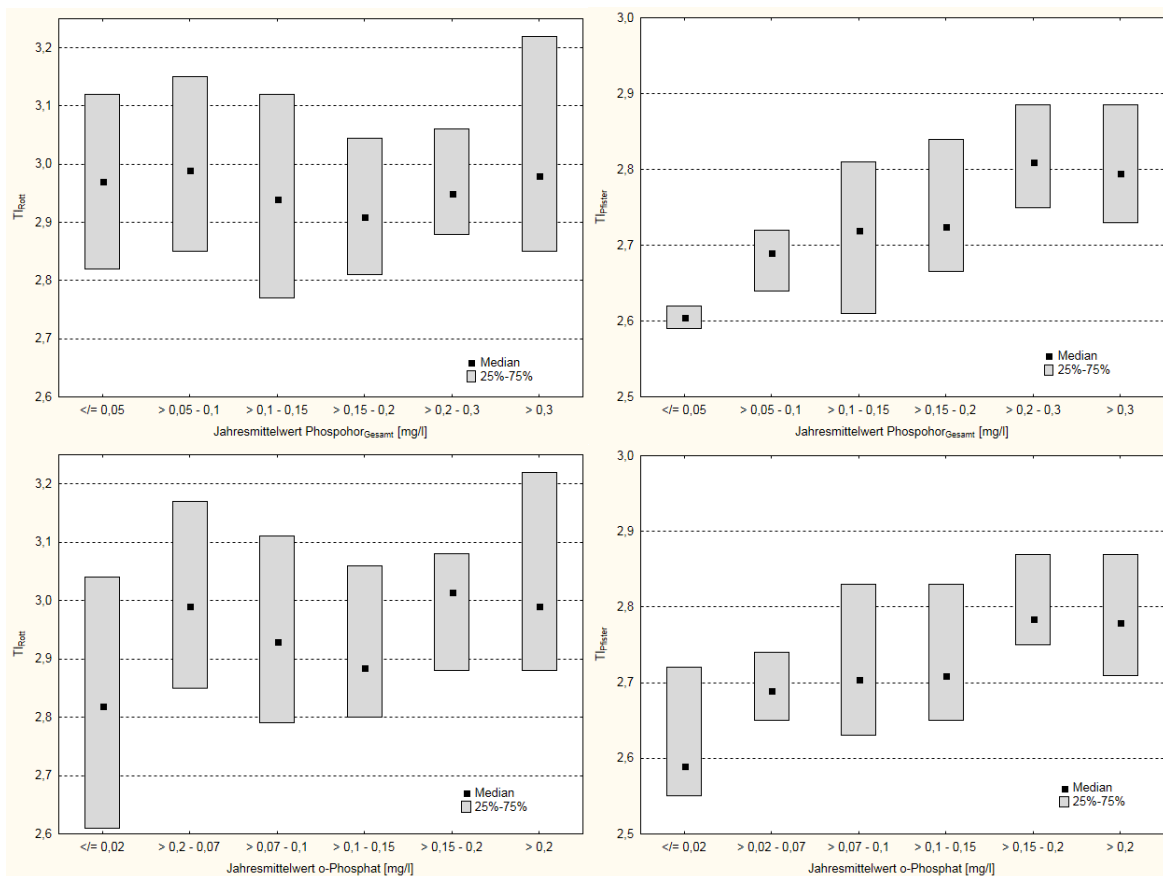


Abbildung 36: Box-Plots: Trophieindex nach Rott et al. (1999) (links) bzw. Pfister et al. (2016) (rechts) in Abhängigkeit zu den Jahresmittelwerten der Gesamt-Phosphor- und ortho-Phosphatkonzentrationen (n = 186 bzw. n = 223)

Die linken Box-Plots aus Abbildung 36 bestätigen, dass zwischen dem Trophieindex nach Rott et al. (1999) und den Phosphorparametern keine Abhängigkeiten vorliegen. Dagegen ist für den Trophieindex nach Pfister et al. (2016) insbesondere für Gesamt-Phosphor bis zu einer Konzentration von etwa 0,3 mg/l (Abbildung 36, rechts oben) und für ortho-Phos-

phat bis zu einer Konzentration von 0,2 mg/l (Abbildung 36, rechts unten) eine annähernd lineare Abhängigkeit bei den 25%-/75%-Perzentilen festzustellen.

6.2.4 Korrelationsanalysen zwischen den Bewertungsindizes der Teilkomponente Diatomeen untereinander

Die Ergebnisse der Korrelationsanalysen zwischen den Bewertungsindizes der Teilkomponente Diatomeen untereinander sind in Tabelle 28 dargestellt. Die hier durchgeführten statistischen Auswertungen stützen sich auf 633 Diatomeenaufnahmen, gepoolt für alle hessischen Diatomeentypen. Die Korrelationsanalysen nach Pearson weisen ein Signifikanzniveau von 0,05 auf.

Tabelle 28: Ergebnisse der Korrelationsberechnungen zwischen den Bewertungsindizes der Teilkomponente Diatomeen untereinander
(angegeben als Korrelationskoeffizient r; Signifikanz mit $p < 0,05$; $n = 633$;
rote Schriftfarbe: signifikante Korrelation)

	Parameter	TI _{Rott}	TI _{Pfister}	SI _{Rott}	SI _{Pfister}	RAS
Bewertungs- ergebnisse PHYLIB	TI _{Rott} ; PHYLIB	0,87	0,66	0,68	0,63	-0,54
	RAS	-0,35	-0,38	-0,35	-0,42	1,00
	HI _{Ziemann}	0,47	0,48	0,60	0,55	-0,49
	DI _{FG}	-0,55	-0,51	-0,49	-0,53	0,96

TI_{Rott} = Trophieindex nach Rott et al. (1999)
 TI_{Pfister} = Trophieindex nach Pfister et al. (2016)
 SI_{Rott} = Saprobienindex nach Rott et al. (1997)
 SI_{Pfister} = Saprobienindex nach Pfister et al. (2016)
 RAS = Referenzartensumme; berechnet mittels der Auswertungssoftware PHYLIB
 TI_{Rott}; PHYLIB = Trophieindex nach Rott et al. (1999); berechnet mittels der Auswertungssoftware PHYLIB
 HI_{Ziemann} = Halobienindex nach Ziemann (1999); berechnet mittels der Auswertungssoftware PHYLIB
 DI_{FG} = Diatomeenindex_{Fliegewässer}; berechnet mittels der Auswertungssoftware PHYLIB

Die statistische Auswertung zeigt, dass durchwegs signifikante Korrelationen berechnet werden konnten. Die höchste Korrelation ergibt sich für die Referenzartensumme mit dem Diatomeenindex_{Fliegewässer} mit einem Korrelationskoeffizienten von $r = 0,96$. Ansonsten zeigt die Referenzartensumme zum Trophie- und Saprobienindex nach Rott et al. (1997, 1999) sowie nach Pfister et al. (2016) geringere Zusammenhänge mit Korrelationskoeffizienten um die -0,4. Zwischen den jeweiligen Indizes besteht ein negativer Zusammenhang. Der negative Zusammenhang bedeutet, dass, wenn die Referenzartensumme kleiner und damit die Abweichung zum Referenzzustand größer wird, der Trophie- bzw. Saprobienindex und damit die Trophie bzw. Saprobie größer werden.

Der Halobienindex ist mit dem Trophie- und Saprobienindex nach Rott et al. (1997, 1999) sowie nach Pfister et al. (2016) mit Koeffizienten um die 0,5 korreliert. Mit der Referenzartensumme zeigt der Halobienindex schlüssig eine negative Korrelation in der gleichen Größenordnung wie mit dem Trophie- und Saprobienindex.

Zwischen dem Trophie- bzw. Saprobienindex und dem Diatomeenindex_{Fließgewässer} besteht jeweils auch ein plausibler negativer Zusammenhang. Je höher der Trophie- bzw. Saprobienindex und damit die Trophie bzw. Saprobie wird, desto kleiner wird der Diatomeenindex_{Fließgewässer} und die ökologische Qualität damit schlechter. Nicht plausibel erscheint allerdings die im Vergleich zur Referenzartensumme zu geringe Korrelation zwischen dem Trophie- bzw. Saprobienindex und dem Diatomeenindex_{Fließgewässer} mit Korrelationskoeffizienten um die -0,5. Folglich können gerade einmal 25% des Diatomeenindex_{Fließgewässer} durch den Trophie- bzw. Saprobienindex erklärt werden, obwohl die beiden Bewertungsmodule „Trophie- und Saprobienindex“ und „Artenzusammensetzung und Abundanz“ gleichwertig in die Berechnung des Diatomeenindex_{Fließgewässer} eingehen.³² Die Referenzartensumme liefert dagegen Erklärungsanteile von 92% ($r = 0,96$), trotz der im Vergleich zum Trophie- bzw. Saprobienindex (insbesondere zum Trophieindex nach Pfister et al. (2016)) schwächeren Zusammenhänge mit den einzelnen Umweltdaten. Die Ursache für die nicht gleichwertige Berücksichtigung der beiden Bewertungsmodule bei der Berechnung des Diatomeenindex_{Fließgewässer} liegt in der fehlerbehafteten Gleichung zur Umrechnung des Trophieindex nach Rott et al. (1999) auf eine Skala von 0 bis 1 (Gleichung 4).

Gleichung 4: Umrechnung des Trophieindex nach Rott et al. (1999) auf eine Skala von 0 bis 1

$M_{TI} = 1 - \frac{TI - 0,3}{3,6}$	<p>M_{TI} : Modul „Trophieindex“ TI : berechneter Trophieindex</p>
-------------------------------------	---

Der Fehler liegt in der Festlegung des besten Zustands für den Trophieindex. Dieser wurde mit 0,3 nach dem theoretisch erreichbaren Trophieindex nach Rott et al. (1999) festgelegt. Jedoch nur 17 von 589 bei Rott et al. (1999) eingestufte und in PHYLIB berücksichtigte Diatomeenarten wurde dieser sehr niedrige artspezifische Trophiewert zugeordnet. Es ist daher nahezu ausgeschlossen, dass in einem Fließgewässer ausschließlich diese 17 Diatomeenarten vorgefunden werden. Der niedrigste in Hessen ermittelte Trophieindex nach Rott et al. (1999) liegt bei 1,24. Dieser Trophieindex wurde am Euterbach zwischen Schöllnbach und Hesselbach an einer Referenzmessstelle³³, d.h. an einer Messstelle ohne jegliche Belastung, festgestellt. Da der Euterbach dem Diatomeentyp D 5 zugeordnet wurde, entspricht dies nach PHYLIB einem sehr guten Zustand.³⁴ In die Berechnung des Diatomeenindex_{Fließgewässer} geht dieser Trophieindex nach der Skalierung

³² Vgl. hierzu Abschnitt 3.2.6

³³ Die Referenzmessstelle am Euterbach zwischen Schöllnbach und Hesselbach besitzt die ID 10052.

³⁴ Vgl. hierzu Tabelle 14: Für den Diatomeentyp D 5 erfolgt die Einstufung in die ökologische Zustandsklasse 1 bis zu einem Trophieindex von $\leq 1,84$.

jedoch mit einem M_{TI} von 0,74 ein, der damit allerdings nur noch einem guten Zustand ($>0,6 - 0,8$)³⁵ entspricht.

6.2.5 Fazit zu den statistischen Analysen und Empfehlungen

Die Korrelationsanalysen hatten zum einen das Ziel, Zusammenhänge zwischen den Bewertungsindizes der Teilkomponente Diatomeen und einzelnen Umweltdaten zu zeigen und zum anderen die beiden Systeme Rott et al. (1997, 1999) und Pfister et al. (2016) miteinander zu vergleichen. Die detaillierten Ergebnisse der Korrelationsberechnungen aus den Abschnitten 6.2.2 bis 6.2.4 können wie folgt zusammengefasst werden: Für den Datensatz „Struktur und Landnutzung“ konnten für die einzelnen Bewertungsindizes der Teilkomponente Diatomeen jeweils 24 Korrelationen berechnet werden, für den Chemiedatensatz jeweils 90 Korrelationen mit Ausnahme der Referenzartensumme. Für die Referenzartensumme wurden für den Chemiedatensatz nur 12 Korrelationen durchgeführt. In Tabelle 29 ist die Anzahl bzw. der Anteil an als signifikant eingestuften Korrelationen aufgeführt.

Tabelle 29 : Anzahl bzw. Anteil signifikanter Korrelationen für die einzelnen Bewertungsindizes der Teilkomponente Diatomeen

Pearson		TI_{Rott}	$TI_{Pfister}$	SI_{Rott}	$SI_{Pfister}$	HI_{Phylib}	RAS_{Phylib}
	vs. Struktur- und Landnutzungsdaten	12 (50 %)	13 (54 %)	9 (38 %)	9 (38 %)	-	10 (42 %)
	vs. Chemiedaten	28 (31 %)	62 (69 %)	32 (36 %)	43 (48 %)	40 (44 %)	0 (0 %)
	vs. Gesamtdatensatz	40 (35 %)	75 (66 %)	41 (36 %)	52 (46 %)	40 (44 %)	10 (28 %)

Der Trophieindex nach Pfister et al. (2016) weist insbesondere für den Chemiedatensatz einen deutlich höheren Anteil an signifikanten Korrelationen auf als der Trophieindex nach Rott et al. (1999). Auch der Saprobienindex nach Pfister et al. (2016) zeigt für den Chemiedatensatz einen höheren Anteil an signifikanten Korrelationen als der Saprobienindex nach Rott et al. (1997). Insgesamt kann festgehalten werden, dass das System nach Pfister et al. (2016) sich durch einen höheren Anteil an signifikanten Korrelationen auszeichnet. Im System Pfister et al. (2016) zeigt sich zudem, dass der Trophieindex ein besserer Indikator für die allgemeinen physikalisch-chemischen Belastungen (einschließlich der Parameter Sauerstoffgehalt und TOC) ist als der Saprobienindex und bestätigen damit die Ergebnisse aus dem Projekt O 3.12 des Länderfinanzierungsprogramms „Wasser, Boden und Abfall“ „Korrelationen zwischen biologischen Qualitätskomponenten und allgemeinen chemischen und physikalisch-chemischen Parametern in Fließgewässern“ (Halle und Müller 2014). Für das Bewertungsmodul „Trophie- und Saprobienindex“ sollte daher

³⁵ Vgl. hierzu Tabelle 17

bundesweit überprüft werden, ob nicht anstelle des Trophieindex nach Rott et al. (1999) der Trophieindex nach Pfister et al. (2016) im nationalen Bewertungsverfahren PHYLIB zum Einsatz kommen sollte.

Anzumerken bleibt, dass auch wenn im Unterschied zum System Rott et al. (1999) der Trophieindex nach Pfister et al. (2016) deutlich signifikantere Korrelationen zu den Parametern Gesamt-Phosphor und ortho-Phosphat aufweist, sich die Korrelationskoeffizienten für die Phosphorverhältnisse und die für die Strukturgüteparameter auf einem ähnlichen Niveau bewegen. Die Korrelationskoeffizienten erscheinen dabei für die Phosphorverhältnisse noch zu niedrig, da der Trophieindex in erster Linie Aussagen über die trophische Situation in einem Fließgewässer ermöglichen soll. Ein Grund für die vergleichsweise niedrigen Korrelationen zu den Phosphorparametern könnten die verwendeten Chemiedaten sein. Für die Korrelationsanalysen wurden nämlich keine Einzelmessungen herangezogen, sondern die chemischen Messungen über das Kalenderjahr entsprechend zusammengefasst. Der Grund hierfür war, dass sich auch in der Oberflächengewässerverordnung 2016 die Orientierungswerte auf die Jahresmittelwerte beziehen. Da es sich jedoch bei den Diatomeen um Kurzzeitindikatoren handelt,³⁶ könnte eventuell die Zusammenfassung von Daten, die sich auf einen kürzeren zeitlichen Abstand zur biologischen Probenahme beschränken, zu höheren Korrelationen führen.

Mit Hilfe des Halobienindex nach Ziemann (1999) sollen vorhandene Salzbelastungen in einem Fließgewässer identifiziert werden. In diesem Zusammenhang sollten sich im Rahmen der statistischen Auswertung signifikante Korrelationen zwischen dem Halobienindex und den Parametern der Qualitätskomponente Salzgehalt und den Metallionen Kalium und Magnesium ergeben. Die statistischen Analysen konnten dies bestätigen. Der Halobienindex zeigt selektiv für die Parameter der Qualitätskomponente Salzgehalt und die Metallionen hohe Korrelationen und insbesondere für die Parameter der Qualitätskomponente Nährstoffverhältnisse keine signifikanten Korrelationen. Für die Parameter Leitfähigkeit und Chlorid sowie andeutungsweise für die Parameter Sulfat und Magnesium konnte eine Trend im Korrelationsverhalten bei den betrachteten Perzentilen erkannt werden. Die Korrelationskoeffizienten nehmen vom 10%-Perzentil hin zum 90%-Perzentil ab, so dass eine statistische Präferenz für die unteren Perzentile vorliegt. Im Projekt O 3.15 des Länderfinanzierungsprogramms „Wasser, Boden und Abfall“ „Ergänzende Arbeiten zur Korrelation zwischen biologischen Qualitätskomponenten und allgemeinen physikalisch-chemischen Parametern in Fließgewässern“ (Halle und Müller 2017) wurde bereits geprüft, ob sich die 90%-Perzentile bzw. Mediane zur Ableitung von Orientierungswerten

³⁶ Vgl. hierzu Abschnitt 2.2 bzw. 2.5

als Alternative zu den derzeit herangezogenen Mittelwerten eignen. Aufgrund der nachgewiesenen statistischen Präferenz für die unteren Perzentile, insbesondere für die Parameter Leitfähigkeit und Chlorid, werden daher analoge Prüfungen zur Ableitung von Orientierungswerten basierend auf den unteren Perzentilen empfohlen oder aber nur die Berücksichtigung der allgemeinen physikalisch-chemischen Bedingungen während der Vegetationszeit. Auch nach Wolfram et al. (2014) reicht eine Beschreibung und Bewertung der Chloridbelastung anhand eines Jahresmittelwerts nicht aus, um den Schutz der Oberflächengewässer im Sinne des Wasserrechts zu gewährleisten. Sie empfehlen daher eine getrennte Betrachtung von akuter und chronischer Belastung.

Nach Schaumburg et al. (2012a) ermöglicht die Referenzartensumme eine integrierende Aussage über stoffliche, strukturelle und hydromorphologische Belastungen. Die Referenzartensumme weist jedoch nur für die Struktur- und Landnutzungsdaten einen relativ hohen Anteil an signifikanten Korrelationen auf, für die betrachteten Phosphorverhältnisse dagegen keine signifikanten Korrelationen. Zudem sind die für die Referenzartensumme berechneten signifikanten Korrelationen teils deutlich schwächer als die entsprechenden für den Trophie- und Saprobienindex. Dennoch wurde zwischen der Referenzartensumme und dem Diatomeenindex_{Fließgewässer} ein äußerst hoher Zusammenhang berechnet. Der Trophie- und der Saprobienindex zeigen im Vergleich hierzu deutlich geringere Korrelationen zum Diatomeenindex_{Fließgewässer}, obwohl sie bessere Korrelationen zu den Umweltdaten aufweisen. Analog zu der durch Pfister et al. (2016) vorgenommenen Überarbeitung des Trophie- und Saprobiebewertungssystems empfiehlt sich auch hier eine Überarbeitung des Bewertungsmoduls „Referenzartensumme“ um gegebenenfalls plausiblere Ergebnisse zu erzielen. Die Überarbeitung des Bewertungsmoduls „Referenzartensumme“ sollte zum einen eine Aktualisierung der Referenztaxalisten beinhalten und zum anderen eine Überprüfung der gegenwärtigen Klasseneinteilung in diesem Modul. Eine Einstufung in die derzeitige Klasse 5 erfolgt nur bei einer Referenzartensumme von 0, die praktisch nicht vorkommen kann. Zwingend erforderlich ist zudem, dass der Trophieindex bei der Gesamtbewertung künftig zumindest zu 50% in die Berechnung des Diatomeenindex_{Fließgewässer} eingeht.

Abschließend wird darauf hingewiesen, dass die Schlussfolgerungen und Ergebnisse der durchgeführten statistischen Analysen auf den hessischen Diatomeenaufnahmen basieren. Zur Validierung der Ergebnisse sind die statistischen Analysen anhand von Daten aus dem gesamten Bundesgebiet zu wiederholen. Gegebenenfalls sind anstatt der hier verwendeten univariaten statistischen Auswertungsmethoden multivariate Methoden anzuwenden, um so auch etwaige Korrelationen unter den Umweltparametern aufdecken zu können.

6.3 Trophiekarte

In diesem Abschnitt soll für Hessen anhand der Diatomeen die erste Trophiekarte gemäß den Anforderungen der EU-WRRL erstellt werden. Mit der Trophiekarte soll ein Gesamtüberblick über die derzeitige trophische Belastungssituation der hessischen Fließgewässer gegeben werden. Hierzu werden zunächst die Grundlagen und die Vorgehensweise zur Erstellung der Trophiekarte erläutert. Auf Basis der kartografischen Darstellung erfolgt eine zusammenfassende Bewertung der trophischen Situation der hessischen Fließgewässer. Abschließend wird die derzeitige trophische Situation in Hessen analysiert.

6.3.1 Grundlagen und Vorgehensweise zur Erstellung der Trophiekarte

6.3.1.1 Bewertung der trophischen Situation der hessischen Fließgewässer

Die Trophiebewertung der Fließgewässer erfolgt auf Grundlage des Bewertungsmoduls „Trophieindex“ der Teilkomponente Diatomeen aus dem nationalen Bewertungsverfahren PHYLIB. Anstelle des derzeit verwendeten Trophieindex nach Rott et al. (1999) wird allerdings der Trophieindex nach Pfister et al. (2016) für die Trophiebewertung herangezogen, da sich dieser im Vergleich zu Rott et al. (1999) durch einen höheren Anteil an signifikanten Korrelationen auszeichnet, insbesondere durch vergleichsweise höhere Korrelationskoeffizienten bei den Phosphorparametern.³⁷ Für die ökologische Zustandsbewertung im System Pfister et al. (2016) ist das Bewertungssystem „Pfister HE log/D5 b)“ am besten geeignet und wird aus diesem Grund der Trophiekarte zugrunde gelegt. Die Trophieindizes nach Pfister et al. (2016) werden mit Hilfe der gewässertypspezifischen 5-stufigen Skala nach „Pfister HE log/D5 b)“ in eine der fünf ökologischen Qualitätsklassen „sehr gut“ (ÖZKL 1) bis „schlecht“ (ÖZKL 5) überführt.³⁸

Die zu erstellende Trophiekarte erfüllt damit die Anforderungen einer gewässertypspezifischen und leitbildbezogenen Bewertung nach der EU-WRRL.

6.3.1.2 Datengrundlage

Das Messnetz der Teilkomponente Diatomeen umfasst derzeit 1.110 Messstellen an 383 hessischen Fließgewässern. Jeder der 433 hessischen Fließgewässerwasserkörper weist folglich im Durchschnitt über 2,5 Messstellen auf. An den 1.110 Messstellen wurden innerhalb des Zeitraumes von 2005 bis 2016 1.676 Probenahmen durchgeführt, so dass be-

³⁷ Vgl. hierzu Abschnitt 6.2.3.4 bzw. Abschnitt 6.2.5

³⁸ Vgl. hierzu Abschnitt 6.1.4 bzw. Abschnitt 6.1.5

reits 40% der Messstellen mehrmals untersucht wurden. Die Verteilung der 1.676 Diatomeenaufnahmen auf die einzelnen Untersuchungsjahre sowie die Häufigkeit der Beprobung einer Messstelle im betrachteten Untersuchungszeitraum ist Abbildung 37 zu entnehmen.

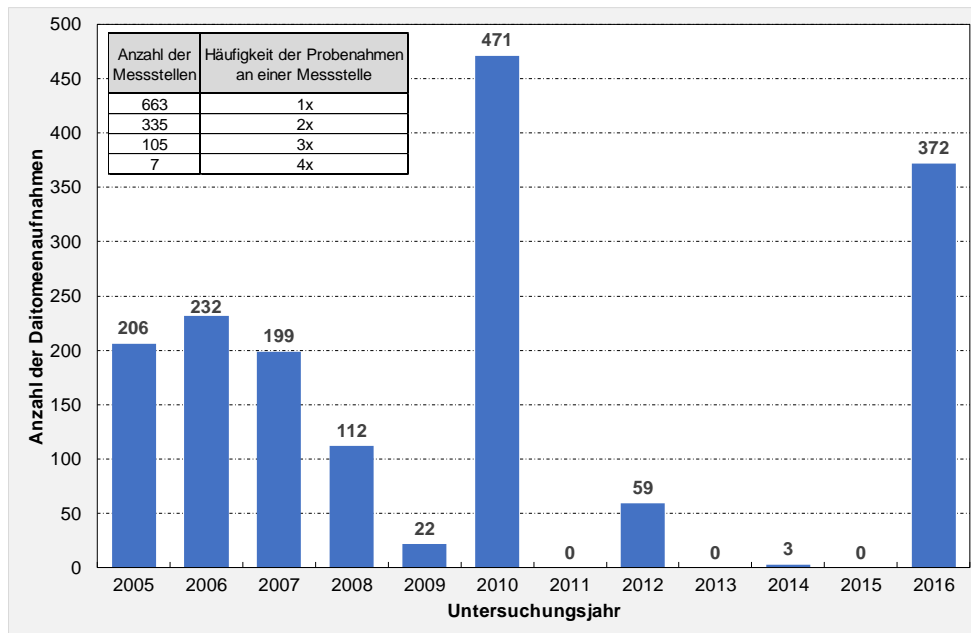


Abbildung 37: Verteilung der Diatomeenaufnahmen auf die einzelnen Untersuchungsjahre sowie die Häufigkeit der Beprobung einer Messstelle

Für die zu erstellende Trophiekarte wurden alle 1.110 Messstellen aus dem Messnetz der Diatomeen berücksichtigt. Bei Messstellen mit mehr als einem Probenahmeergebnis wurde immer die aktuellste Untersuchung für die Bewertung herangezogen. Um alle 1.110 Messstellen für die Trophiekarte nutzen zu können, musste demnach auch auf Ergebnisse der ersten Untersuchungsdurchgänge zurückgegriffen werden. Abbildung 38 zeigt die Verteilung der 1.110 Diatomeenaufnahmen auf die einzelnen Untersuchungsjahre, die für die Erstellung der Trophiekarte verwendet wurden. Zum Vergleich wird die Verteilung aller 1.676 Diatomeenaufnahmen ebenfalls dargestellt.

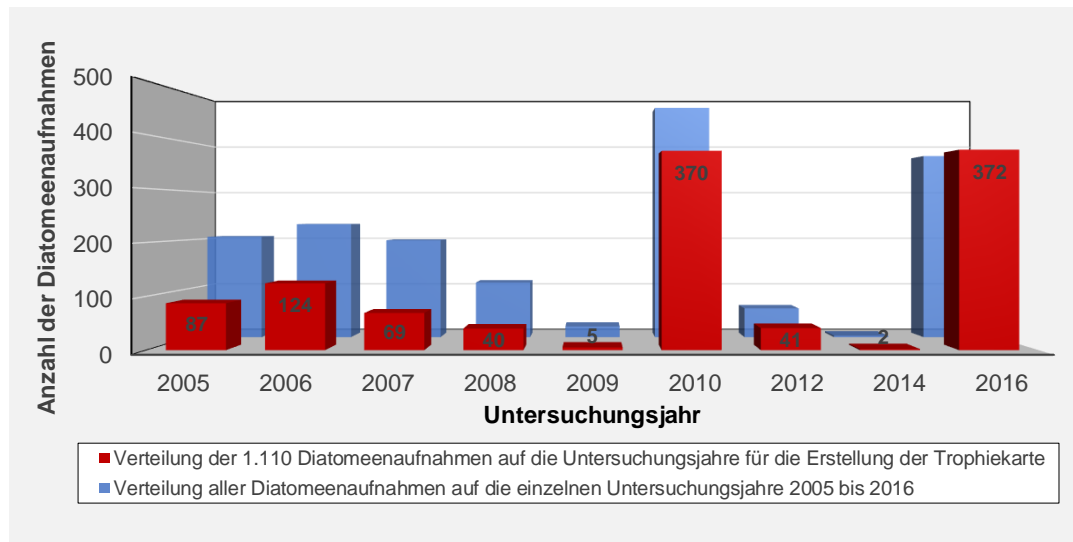


Abbildung 38: Verteilung der 1.110 Diatomeenaufnahmen auf die einzelnen Untersuchungsjahre, die für die Erstellung der Trophiekarte ausgewählt wurden

70% der Ergebnisse stammen demnach aus den aktuelleren Untersuchungsdurchgängen aus den Jahren 2010, 2012, 2014 und 2016.

6.3.1.3 Kartographie

Den gewässertypspezifischen Anforderungen der EU-WRRL unterliegen „nur“ Fließgewässer mit einem Einzugsgebiet von mehr als 10 km² (Europäische Union 2000), so dass als Kartengrundlage das auf WRRL-relevante Fließgewässer reduzierte hessische Gewässernetz herangezogen wurde.

Zur Darstellung der trophischen Situation werden die Fließgewässer als Trophiebänder abgebildet. Die Trophiebänder erhalten in Abhängigkeit zu der ökologischen Zustandsklasse als Ergebnis der Trophiebewertung eine bestimmte Farbgebung. Die Farbgebung für die fünf ökologischen Zustandsklassen ist Tabelle 30 zu entnehmen.

Tabelle 30: Farbgebung für die fünf ökologischen Zustandsklassen

ökologische Zustandsklasse	Farbgebung der Trophiebänder
1 sehr gut	blau
2 gut	grün
3 mäßig	gelb
4 unbefriedigend	orange
5 schlecht	rot

Gewässerabschnitte, in denen eine Bewertung nach dem PHYLIB-Verfahren nicht möglich ist, werden dennoch zur schlüssigen Darstellung des Gewässerverlaufs kartografisch in die Trophiekarte eingetragen. Eine Abbildung des trophischen Zustands erfolgt jedoch nicht. Als Signatur wird für diese Abschnitte hellblau verwendet. Als Beispiel für solche

Gewässerabschnitte sind Talsperren, wie die Edertalsperre, zu nennen. Eine Trophiebewertung von Talsperren (sowie von Seen) anhand der Qualitätskomponente „Makrophyten und Phytobenthos“ wird nicht durch das Bewertungsverfahren PHYLIB für Fließgewässer vorgenommen, sondern durch die Verfahrensvariante für stehende Gewässer nach Schaumburg et al. (2011).

Für verrohrte Gewässerabschnitte erfolgt eine Übertragung der Bewertungsergebnisse, da eine Veränderung der trophischen Situation innerhalb einer Verrohrung nicht bzw. wenn nur in einem sehr geringen Umfang stattfindet. Verrohrungen mit einer Länge von mehr als 1 km werden zusätzlich mit einer Sondersignatur, einer schwarz gestrichelten Linie, versehen.

In einzelnen Bereichen an der Landesgrenze werden zur besseren Erkennbarkeit der Gewässerverläufe auch nicht-hessische Gewässerabschnitte in der hessischen Trophiekarte abgebildet (z.B. Diemel, Werra in Nordhessen). Zudem werden zur besseren Orientierung die Landeshauptstadt Wiesbaden sowie die kreisfreien Städte Hessens in der Trophiekarte dargestellt. Für die Übersichtlichkeit wird auf die Darstellung der Messstellen in der Trophiekarte verzichtet.

6.3.1.4 Vorgehensweise zur Erstellung der Trophiebänder

Für die Erstellung der Trophiebänder muss zunächst jedem einzelnen Fließgewässerabschnitt der passende Diatomeentyp zugeordnet werden. Eine Zuordnung der Diatomeentypen auf Basis der Oberflächenwasserkörper kann dabei jedoch nicht erfolgen, da zur Vermeidung von „Kleinstwasserkörpern“ die Abgrenzung zwischen Wasserkörpern nicht immer genau an den gewässertypspezifischen Einzugsgebietsgrenzen vorgenommen wurde (HMUKLV 2015a). In der Folge muss jedem einzelnen hydrologischen Gewässerabschnitt der entsprechende Diatomeentyp zugewiesen werden. Im Zuge der Erstellung der Gewässergütekarte 2010 wurde bereits den einzelnen Gewässerabschnitten der passende Makrozoobenthostyp zugeordnet (Banning und Helsper 2010), so dass auf dieser Grundlage die Zuordnung der Diatomeentypen erfolgen konnte. Die Diatomeentypermittlung anhand des Makrozoobenthostyps kann Tabelle 31 entnommen werden.

Tabelle 31: Diatomeentypmittlung der einzelnen Gewässerabschnitte anhand der bereits zugewiesenen Makrozoobenthostypen

Makrozoobenthostyp des einzelnen Gewässerabschnitts	Einzugsgebietsgröße am jeweiligen Gewässerabschnitt	Zuordnung des entsprechenden Diatomeentyps
5 & 5.1	≤100 km ²	D 5
5 & 5.1 der Vulkangebiete	≤100 km ²	D 6
6	≤100 km ²	D 8
7	≤100 km ²	D 9.1
19	≤1.000 km ²	D 8
9	>100 km ² - ≤1.000 km ²	D 7
9.1	>100 km ² - ≤1.000 km ²	D 9.2
9.2	>1.000 - ≤10.000 km ²	D 10.1
10	>10.000 km ²	D 10.2

Die Bewertung der trophischen Situation kann auf diese Weise für jeden einzelnen Gewässerabschnitt typspezifisch erfolgen. Abbildung 39 illustriert das Prinzip für die Übertragung der Bewertungsergebnisse auf einzelne Gewässerabschnitte (Trophiebänder) am Beispiel zweier bewerteter Messstellen an einem Fließgewässer, denen unterschiedliche Diatomeentypen zugewiesen wurden.

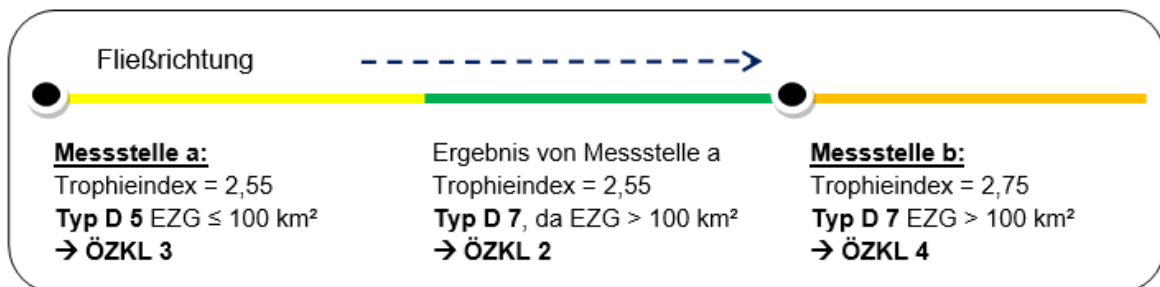


Abbildung 39: Prinzip für die Übertragung der Bewertungsergebnisse auf einzelne Gewässerabschnitte am Beispiel zweier bewerteter Messstellen mit unterschiedlich zugewiesenem Diatomeentyp

Das Bewertungsergebnis der Messstelle a wird dabei in Fließrichtung bis zur nächsten Messstelle b übertragen. Zwischen den beiden Messstellen erfolgt aufgrund der Einzugsgebietsgröße ein Wechsel vom Diatomeentyp D 5 auf den Diatomeentyp D 7. Es resultieren dadurch drei Gewässerabschnitte, die in eine der fünf ökologischen Zustandsklassen nach „Pfister HE log/D5 b)“ einzustufen sind. Der Gewässerabschnitt von der Messstelle a bis zum Diatomeentypwechsel wird basierend auf dem Trophieindex von 2,55 für den Diatomeentyp D 5 in die ökologische Zustandsklasse 3³⁹ überführt, der Gewässerabschnitt vom Diatomeentypwechsel bis zur Messstelle b dagegen in die ökologische Zustands-

³⁹ Vgl. hierzu Tabelle 21: ÖZKL 3 für den Diatomeentyp D 5: 2,48 – 2,59

klasse 2 für den Diatomeentyp D 7⁴⁰. Auf Grundlage des Bewertungsergebnisses der Messstelle b (TI = 2,75) wird der Gewässerabschnitt unterhalb der Messstelle b für den Diatomeentyp D 7 in die ökologische Zustandsklasse 4⁴¹ eingestuft. Die Übertragung des Bewertungsergebnisses in Fließrichtung erfolgt dabei immer bis zur nächsten Messstelle oder bis zur Einmündung in das nächst größere Fließgewässer (siehe hierzu auch Messstelle c; Abbildung 40) unter Beachtung etwaiger Diatomeentypwechsel.

Die Übertragung der Bewertungsergebnisse auf die Oberläufe zur Erstellung der Trophiebänder ist in Abbildung 40 veranschaulicht.

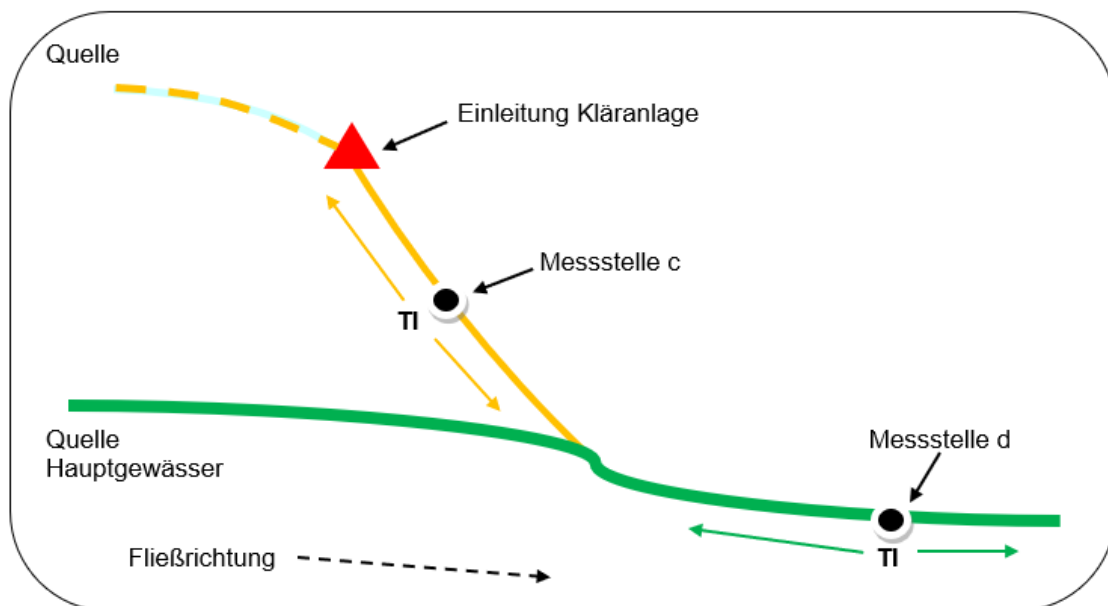


Abbildung 40: Prinzip für die Übertragung der Bewertungsergebnisse auf die Oberläufe zur Erstellung der Trophiebänder

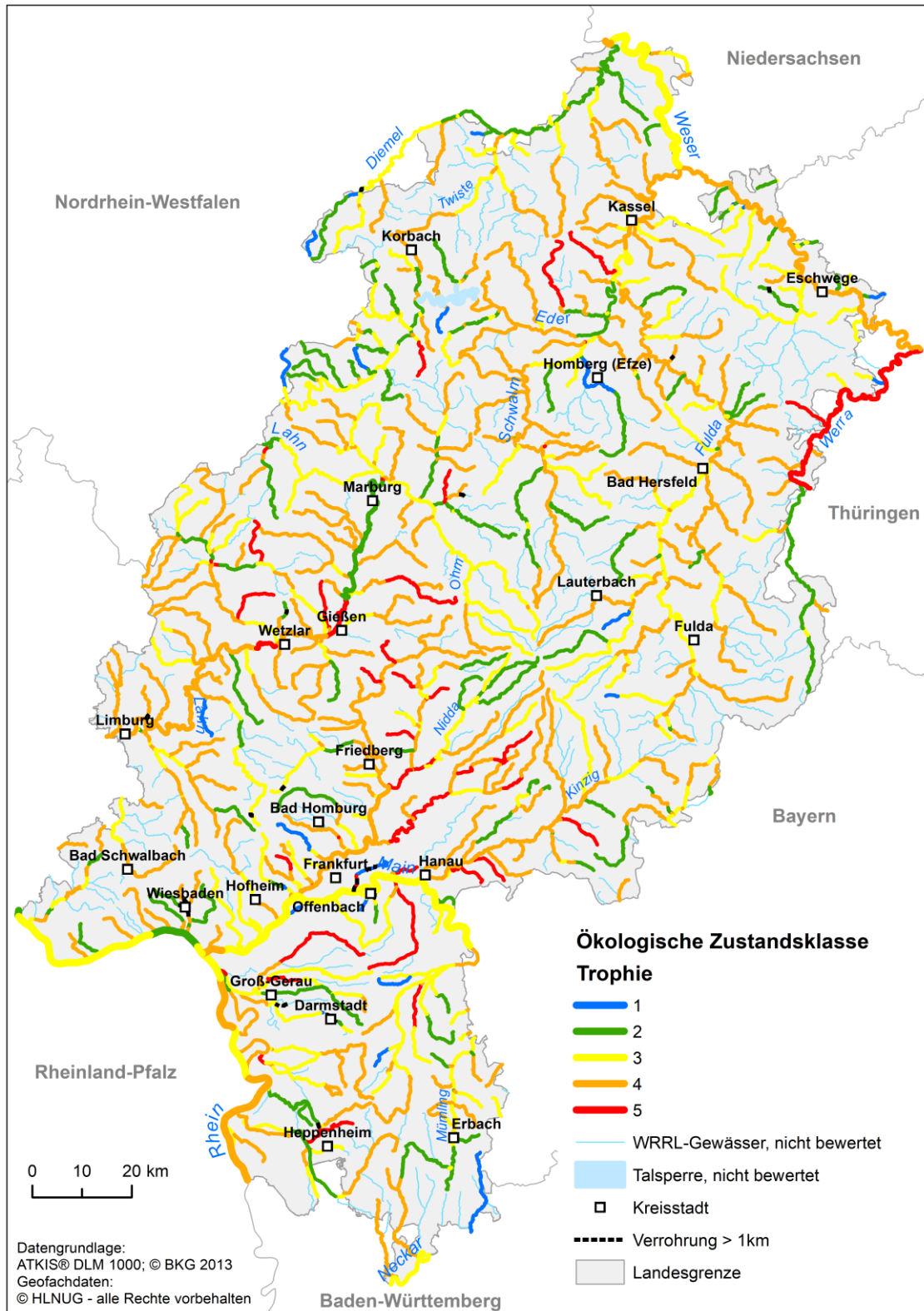
Für die Oberläufe wird das Bewertungsergebnis der „ersten“ Messstelle (also der ersten Messstelle unterhalb der Quelle) bachaufwärts bis zur Quelle übertragen. Die Messstellen c und d stellen jeweils eine solche „erste“ Messstelle dar, so dass ihre Trophiebänder gegen die Fließrichtung bis zur Quelle verlängert werden. Im Fall der Messstelle c mit einer oberhalb einleitenden Kläranlage wird darauf hingewiesen, dass die Bewertung für den oberhalb der Kläranlage liegenden Gewässerabschnitt zu schlecht sein könnte (gestrichelte, orange Linie).

⁴⁰ Vgl. hierzu Tabelle 21: ÖZKL 2 für den Diatomeentyp D 7: 2,19 – 2,60

⁴¹ Vgl. hierzu Tabelle 21: ÖZKL 4 für den Diatomeentyp D 7: 2,75 – 2,96

6.3.2 Kartografische Darstellung einschließlich Bewertung der trophischen Situation in Hessen

In Abbildung 41 ist die erste Trophiekarte für Hessen dargestellt.



**Abbildung 41: Trophiekarte 2016:
 Gesamtüberblick über die trophische Belastungssituation der hessischen Fließgewässer**

Mit der erstellten Trophiekarte wird ein Gesamtüberblick über die derzeitige trophische Belastungssituation der Fließgewässer in Hessen gegeben. Basierend auf den 1.110 Messstellen konnten Fließgewässer auf einer Länge von insgesamt 6.429 km bewertet werden. Das Bewertungsergebnis einer Messstelle wurde demnach im Durchschnitt auf eine Gewässerstrecke von 5,8 km übertragen.

Abbildung 42 zeigt die prozentuale Verteilung der trophisch bewerteten Gewässerabschnitte (rechte Säule) auf die einzelnen ökologischen Zustandsklassen als Ergebnis der Trophiekarte. Zum Vergleich wird die prozentuale Verteilung der saprobiell bewerteten Gewässerabschnitte (linke Säule) ebenfalls in Abbildung 42 dargestellt.

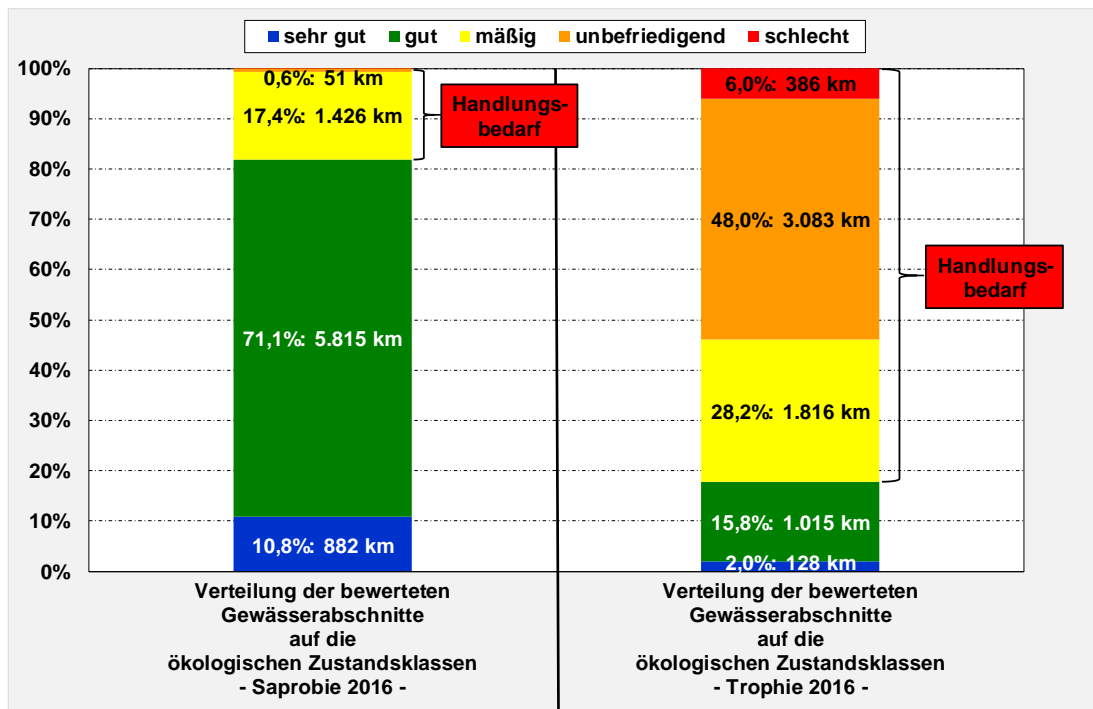


Abbildung 42: Prozentuale Verteilung der bewerteten Gewässerabschnitte auf die ökologischen Zustandsklassen
a) für die Saprobie 2016 (linke Säule)
(Datengrundlage: Monitoring Biologie 1999 – 2015)
b) für die Trophie 2016 (recht Säule)

Es wird deutlich, dass nur 17,8% der Gewässerabschnitte (1.143 km) einen sehr guten oder guten ökologischen Zustand in Bezug zur Trophie aufweisen. Für 82,2% der Gewässerabschnitte (5.285 km) besteht demnach ein Handlungsbedarf⁴² zur Verbesserung der trophischen Situation. Ein Handlungsbedarf zur Verbesserung der saprobiellen Situation liegt dagegen nur noch für 18,0% der Gewässerabschnitte (1.477 km) vor.⁴³

⁴² Ein Handlungsbedarf besteht für die Bewertungsklassen mäßig, unbefriedigend und schlecht.

⁴³ In Bezug zu der saprobiellen Situation konnten Fließgewässer auf einer Länge von insgesamt 8.175 km bewertet werden (Datengrundlage: Monitoring Biologie 1999 – 2015).

Im Rahmen des Bewirtschaftungsplans Hessen 2015-2021 wurden die untersuchten Wasserkörper nach unterschiedlich hohen Anteilen an saprobiell belasteter Gewässerabschnitte innerhalb eines Wasserkörpers eingeteilt. Die saprobiell belasteten Gewässerabschnitte umfassen die ökologischen Zustandsklassen 3, 4 und 5 (HMUKLV 2015a). In Analogie hierzu wurde für die trophische Situation auch eine Einteilung nach unterschiedlich hohen Anteilen an trophisch belasteter Gewässerabschnitte innerhalb eines Wasserkörpers vorgenommen. Die Verteilungen zur Trophie sowie zur Saprobie zum Stand 2016 sind Abbildung 43 zu entnehmen.

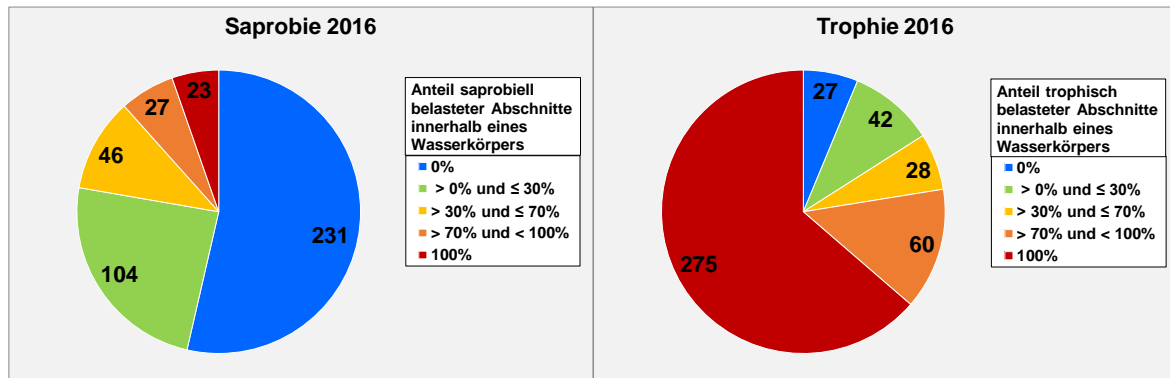


Abbildung 43: Verteilung nach unterschiedlich hohen Anteilen an:
a) saprobiell belasteter Gewässerabschnitte (linkes Kreisdiagramm)
 (Datengrundlage: Monitoring Biologie 1999 – 2015)
b) trophisch belasteter Gewässerabschnitte (rechtes Kreisdiagramm)
 innerhalb eines Wasserkörpers

Für die Saprobie stellt sich die Situation wie folgt dar: Mehr als die Hälfte der Wasserkörper (54%) weisen keine Abschnitte mehr mit einer organischen Belastung auf. Organische Belastungen auf mehr als 30% der Gewässerlänge wurden „nur“ noch bei weniger als einem Viertel der Wasserkörper vorgefunden. Für die Trophie dagegen dreht sich im Vergleich zur Saprobie die Situation quasi um: Lediglich 27 Wasserkörper (6%) weisen keine Abschnitte mit einer trophischen Belastung auf. Bei der Mehrheit der Wasserkörper (83%) wurden auf mehr als 30% der Gewässerlänge erhöhte trophische Belastungen festgestellt.

Die Bewertungsergebnisse der einzelnen Gewässerabschnitte sowie die ermittelten prozentualen Anteile trophisch und saprobiell belasteter Gewässerabschnitte innerhalb eines Wasserkörpers können für die untersuchten Wasserkörper dem Anhang (Tabelle 33 und Tabelle 34) entnommen werden.

6.3.3 Analyse der bewerteten trophischen Situation

Zur Analyse der bewerteten trophischen Situation wurden unterschiedliche Vergleiche bzw. Abhängigkeiten zu den prozentualen Anteilen an trophisch belasteter Gewässerab-

schnitte innerhalb eines Wasserkörpers untersucht. Ausgewählte Vergleiche bzw. Abhängigkeiten werden im Folgenden dargestellt und erläutert.

Für einen Vergleich wurden die beiden ermittelten prozentualen Anteile saprobiell und trophisch belasteter Gewässerabschnitte innerhalb eines Wasserkörpers grafisch gegenübergestellt. Die grafische Gegenüberstellung der beiden prozentualen Anteile für 431 bewertete Wasserkörper ist Abbildung 44 zu entnehmen.

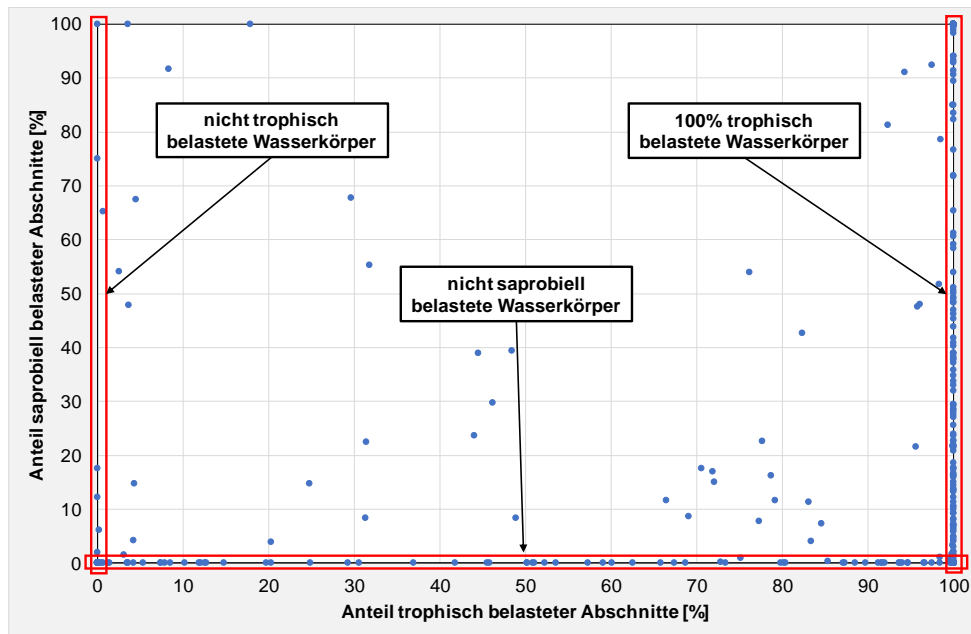


Abbildung 44: Gegenüberstellung der prozentualen Anteile saprobiell und trophisch belasteter Gewässerabschnitte innerhalb eines Wasserkörpers (n = 431)

Nur 22 Wasserkörper zeigen weder trophisch noch saprobiell belastete Gewässerabschnitte. Lediglich 5 Wasserkörper weisen saprobiell belastete Gewässerabschnitte auf, ohne dass eine trophische Belastung vorliegt. Dagegen liegen bei vielen Wasserkörpern (n = 209) trophisch belastete Gewässerabschnitte vor, ohne dass eine saprobielle Belastung vorhanden ist. Bei diesen Wasserkörpern handelt es sich demnach um eine rein trophische Belastung, die sekundär zu keiner erhöhten organischen Belastung und damit verbundenen Sauerstoffdefiziten führt. Weiterhin weisen viele Wasserkörper (n = 195) sowohl trophisch als auch saprobiell belastete Gewässerabschnitte auf. Dies ist ein Hinweis darauf, dass die saprobiellen Belastungen sekundär als Folge einer Eutrophierung auftreten.

Abbildung 45 zeigt den prozentualen Anteil landwirtschaftlicher Flächen (linkes Box-Plot) und bewaldeter Flächen (rechtes Box-Plot) in Abhängigkeit zu den Anteilen trophisch belasteter Gewässerabschnitte innerhalb eines Wasserkörpers für jeweils 377 Wasserkörper.

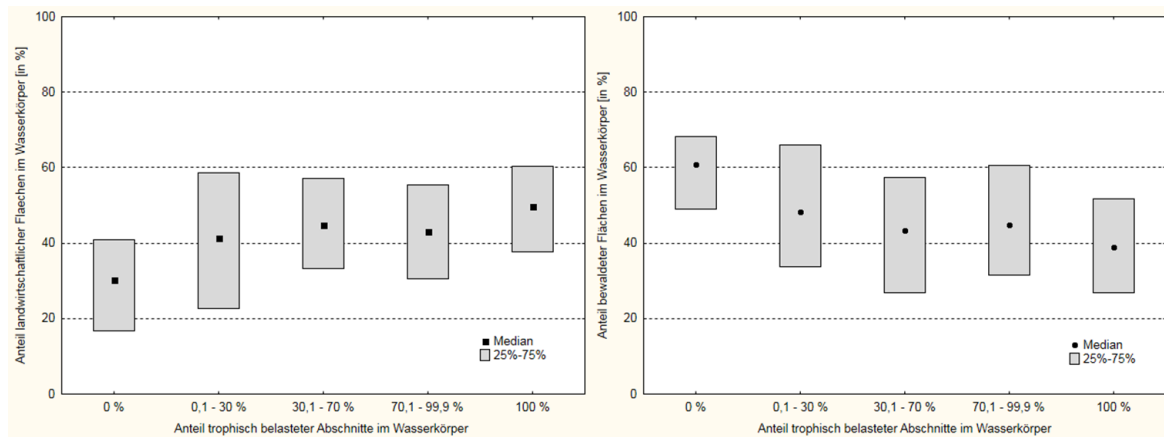


Abbildung 45: Prozentualer Anteil landwirtschaftlicher Flächen (links) (n = 377) und bewaldeter Flächen (rechts) (n = 377) in Abhängigkeit zu den prozentualen Anteilen trophisch belasteter Gewässerabschnitte innerhalb eines Wasserkörpers

Der Trend für die landwirtschaftlichen Flächen lässt sich wie folgt formulieren: je höher der prozentuale Anteil landwirtschaftlicher Flächen, desto höher wird auch der prozentuale Anteil trophisch belasteter Gewässerabschnitte innerhalb eines Wasserkörpers. Die Zunahme trophisch belasteter Gewässerabschnitte kann dabei auf die durch die zunehmende landwirtschaftliche Nutzung gleichfalls ansteigenden diffusen Nährstoffeinträge und den abnehmenden Beschattungsgrad zurückgeführt werden. Der Trend für die bewaldeten Flächen lässt sich wie folgt formulieren: je höher der prozentuale Anteil bewaldeter Flächen, desto geringer ist der prozentuale Anteil trophisch belasteter Gewässerabschnitte innerhalb eines Wasserkörpers. Die Abnahme trophisch belasteter Gewässerabschnitte kann durch abnehmende diffuse Nährstoffeinträge und einen höheren Beschattungsgrad der Gewässer durch zunehmende Waldanteile begründet werden.

Ein übermäßiges Nährstoffangebot führt zu einem ungehinderten Algenwachstum. Eine Reduzierung diffuser Nährstoffeinträge trägt daher zu einer Begrenzung des Algenwachstums bei. Beschattung führt zu einer Minderung der photosynthetisch nutzbaren Strahlung und kann dadurch das Wachstum der Diatomeen als photoautotrophe Organismen begrenzen. Zudem wirkt sich ein Gehölzbewuchs positiv auf den Wärmehaushalt eines Fließgewässers aus.⁴⁴ Zur Verbesserung der trophischen Situation können daher ungenutzte Gewässerrandstreifen beitragen. Gewässerrandstreifen fungieren dabei zum einen als Pufferstreifen für diffuse Nährstoffeinträge und zum anderen ermöglichen sie das Aufkommen von Gehölzen.

Für beide Darstellungen ist allerdings jeweils ein nur geringer Trend zu erkennen. Analog zu den Ergebnissen der statistischen Analyse deutet dies daraufhin, dass diffuse Phos-

⁴⁴ siehe hierzu Abschnitt 2.4

phoreinträge nur in vergleichsweise geringem Ausmaß stattfinden und die in die Gewässer eingetragenen Gesamtphosphorfrachten überwiegend aus Kläranlagen stammen.⁴⁵

In Abbildung 46 ist der prozentuale Abwasseranteil bei MNQ (einschließlich oberliegender Wasserkörper) in Abhängigkeit zu den prozentualen Anteilen trophisch belasteter Gewässerabschnitte innerhalb eines Wasserkörpers dargestellt.

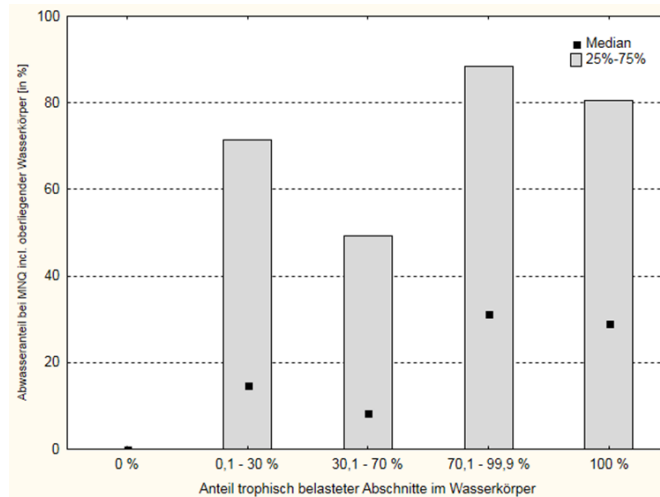


Abbildung 46: Prozentualer Abwasseranteil bei MNQ (einschließlich oberliegender Wasserkörper) in Abhängigkeit zu den prozentualen Anteilen trophisch belasteter Gewässerabschnitte innerhalb eines Wasserkörpers (n = 377)

Es zeigt sich, dass derzeit trophisch unbelastete Wasserkörper (n = 19) nur dann vorliegen, wenn kein Abwasser in den Wasserkörper eingeleitet wird. Allerdings ist auch zu erkennen, dass bei den gruppierten Wasserkörpern mit Anteilen an trophisch belasteten Gewässerabschnitten jeweils das 25%-Perzentil bei einem Abwasseranteil von 0% liegt. Dies bedeutet, dass in 25% der Fälle die trophische Belastung keine Folge einer Abwassereinleitung ist. Eine Ursache für die trophische Belastung könnte in diesen Fällen ein diffuser Nährstoffeintrag durch landwirtschaftliche Flächen sein. Zudem zeigen die gruppierten Wasserkörper mit Anteilen an trophisch belasteten Gewässerabschnitten eine erhebliche Streuung über den Abwasseranteil. Folglich ist nicht zwingend der Abwasseranteil, sondern vielmehr die Reinigungsleistung einer Kläranlage entscheidend für die trophische Situation.

Zur Minderung der trophischen Belastung sind daher insbesondere Maßnahmen zur Verbesserung der Reinigungsleistung einer Kläranlage in Hinblick auf die Phosphoreliminierung erforderlich.

⁴⁵ Vgl. hierzu Abschnitt 6.2.2

Abbildung 47 zeigt die prozentualen Anteile trophisch belasteter Gewässerabschnitte innerhalb eines Wasserkörpers in Abhängigkeit zu der anhand der Fische (linkes Box-Plot) und des Makrozoobenthos (rechtes Box-Plot) ermittelten ökologischen Zustandsklasse eines Wasserkörpers.

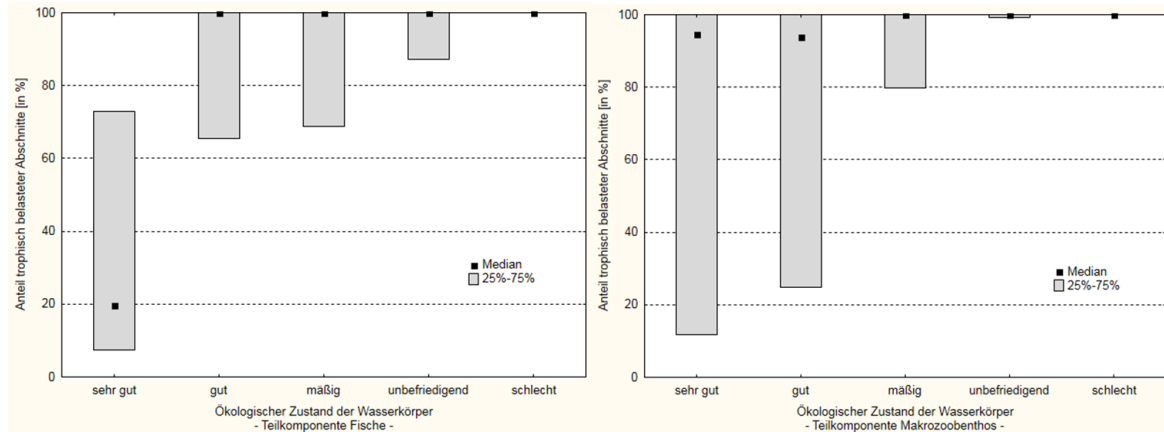


Abbildung 47: Prozentuale Anteile trophisch belasteter Gewässerabschnitte innerhalb eines Wasserkörpers in Abhängigkeit zu der anhand der Fische (links; n = 346) und des Makrozoobenthos (rechts; n = 409) ermittelten ökologischen Zustandsklasse eines Wasserkörpers (Datengrundlage: Monitoring Fische 2004 – 2012 ; Monitoring Makrozoobenthos 2004 – 2014)

Beide Box-Plots aus Abbildung 47 zeigen, dass die mit „sehr gut“ und „gut“ bewerteten Wasserkörper, sowohl für die Qualitätskomponente „Fische“ als auch für die Qualitätskomponente „Makrozoobenthos“, deutliche Anteile trophisch belasteter Gewässerabschnitte aufweisen. Bei den anhand des Makrozoobenthos mit „sehr gut“ und „gut“ bewerteten Wasserkörpern liegt der Median bei über 90% trophisch belasteter Gewässerabschnitte innerhalb eines Wasserkörpers, bei den anhand der Fische mit „gut“ bewerteten Wasserkörpern sogar bei 100%. Dies ist ein Hinweis darauf, dass der trophische Bewertungsmaßstab wahrscheinlich zu streng ist. Der trophische Bewertungsmaßstab sollte daher diesbezüglich überprüft werden.

6.3.4 Fazit zur Auswertung der Trophiekarte und Empfehlungen

Mit Hilfe der Trophiekarte wird allgemeinverständlich ein Überblick über den Grad der trophischen Belastungen in Hessen gegeben. Insgesamt konnten 6.429 km Fließgewässerstrecke mit der erstellten Trophiekarte bewertet werden. Ein Handlungsbedarf zur Verbesserung der trophischen Situation wurde dabei für 82,2% der bewerteten Gewässerstrecke (5.285 km) ermittelt. Bei der Mehrheit der Wasserkörper (83%) wurden auf mehr als 30% der Gewässerlänge erhöhte trophische Belastungen festgestellt. Hauptursache der noch saprobiell belasteten Gewässerabschnitte könnte daher die Eutrophierung der Gewässer sein (Sekundärsaprobie). Insgesamt betrachtet stellt die Eutrophierung der Gewässer in Hessen derzeit einen wesentlichen Beeinträchtigungsfaktor für den guten Zu-

stand dar. Die Analyse der bewerteten trophischen Situation hat ergeben, dass insbesondere Kläranlagen im Zusammenhang mit den trophischen Belastungen stehen und damit wichtige Ansatzpunkte für die hessische Maßnahmenplanung darstellen. Als Basis für die hessische Maßnahmenplanung bezüglich der Ableitung notwendiger Maßnahmen zur Nährstoffreduktion ist daher künftig die Trophiekarte heranzuziehen. Die Trophiekarte sollte dabei in regelmäßigen Abständen aktualisiert werden um durch den Vergleich der trophischen Gütekarten zum einen noch bestehende Gütedefizite aufzuzeigen und zum anderen Sanierungserfolge zu dokumentieren. Darüber hinaus hat die Verteilung der prozentualen Anteile trophisch belasteter Gewässerabschnitte auf die anhand der Fische und des Makrozoobenthos ermittelten ökologischen Zustandsklasse eines Wasserkörpers einen Hinweis darauf geben können, dass der trophische Bewertungsmaßstab wahrscheinlich zu streng und daher zu überprüfen ist.

7 Zusammenfassung

Ziele dieser Arbeit waren die Anwendung des überarbeiteten Trophie-Bewertungssystems nach Pfister et al. (2016), die Überprüfung bzw. Anpassung der typspezifischen Trophieindexklassengrenzen, statistische Analysen sowie die Erarbeitung der ersten landesweiten Trophiekarte für Hessen anhand der hessischen Diatomeenaufnahmen aus den Jahren 2005 bis 2016.

Die Überprüfung der derzeit gültigen, typspezifischen Trophieindexklassengrenzen im bestehenden System nach Rott et al. (1999) hat ergeben, dass die festgelegten Klassengrenzen der in Hessen vorkommenden Diatomeentypen teilweise dem Fließgewässerkontinuum und dem geogenen Untergrund widersprechen. Darüber hinaus sind die Zustandsklassen 3 bis 5 beinahe für alle hessischen Diatomeentypen identisch. Aus diesen Gründen wurde eine Anpassung der Trophieindexklassengrenzen vorgenommen und zwei alternative Bewertungssysteme („Rott NEU/D5 a“) und „Rott NEU/D5 b“) für das bestehende System nach Rott et al. (1999) erarbeitet. Der Vergleich der zwei überarbeiteten mit den im Rahmen des PHYLIB-Projektes ermittelten Trophieindexklassengrenzen auf der Ebene der ökologischen Zustandsbewertung hat für die hessischen Daten ergeben, dass das Bewertungssystem „Rott NEU/D5 b“) am geeignetsten ist.

Die Anwendung des überarbeiteten Trophie-Bewertungssystems nach Pfister et al. (2016) hat gezeigt, dass ein statistisch hoch signifikanter Zusammenhang zwischen den Trophieindizes nach Rott et al. (1999) und Pfister et al. (2016) für die hessischen Diatomeenaufnahmen besteht. Die Trophieindizes nach Pfister et al. (2016) liegen allerdings im Durchschnitt niedriger als die entsprechenden Trophieindizes nach Rott et al. (1999). Ohne Modifikation der Trophieindexklassengrenzen für die ökologische Zustandsbewertung führen die niedrigeren Trophieindizes nach Pfister et al. (2016) zu einer deutlich mildereren Trophiebewertung. Aus diesem Grund wurden bewertungstechnische Anpassungen vorgenommen und fünf Bewertungssysteme mit unterschiedlichen Trophieindexklassengrenzen für das System nach Pfister et al. (2016) abgeleitet. Die Ableitung der Klassengrenzen erfolgte ausgehend von den beiden überarbeiteten Bewertungssystemen „Rott NEU/D5 a“) und „Rott NEU/D5 b)“. Mit Hilfe der linearen und logarithmischen Regressionsgleichung, die anhand der hessischen Daten ermittelt wurden, sowie der in Pfister et al. (2016) aufgeführten linearen Regressionsgleichung wurden die neuen Trophieindexklassengrenzen berechnet. Der Vergleich der fünf abgeleiteten Varianten auf der Ebene der ökologischen Zustandsbewertung zeigte, dass für das System nach Pfister et al. (2016) das Bewertungssystem „Pfister HE log/D5 b“) am geeignetsten ist.

Beide präferierten Varianten „Rott NEU/D5 b)“ und „Pfister HE log/D5 b)“ weisen in ihrem System jeweils die „besten“ Spreizungen bezüglich der Verteilung auf die ökologischen Zustandsklassen auf. Im Vergleich zu dem derzeit gültigen nationalen Bewertungssystem („Rott 2012“) zeichnen sich diese beiden Bewertungssysteme zudem durch einen toleranteren Ansatz hinsichtlich der Zustandsklassen 1 und 2 aus.

Zudem konnte festgestellt werden, dass die in der Auswertungssoftware PHYLIB (Version 5.3; Stand: Dezember 2015) hinterlegte Taxaliste nicht mehr vollständig mit der aus der Verfahrensanleitung (Schaumberg et al. 2012b) übereinstimmt.

Die statistischen Analysen hatten zum einen das Ziel, Zusammenhänge zwischen den Bewertungsindizes der Teilkomponente Diatomeen und einzelnen Umweltdaten zu ermitteln und zum anderen die beiden Systeme Rott et al. (1997, 1999) und Pfister et al. (2016) miteinander zu vergleichen. Hierzu wurden Korrelationsanalysen nach Pearson durchgeführt. Als Umweltdaten wurden ausgewählte Struktur- und Landnutzungsdaten sowie allgemein physikalisch-chemischen Parametern verwendet. Für das System nach Pfister et al. (2016) konnten im Vergleich zum System nach Rott et al. (1997, 1999) mehr signifikante Korrelationen berechnet werden. Insbesondere der Trophieindex nach Pfister et al. (2016) zeigte für den Chemiedatensatz, hier speziell für die Parameter Gesamt-Phosphor und ortho-Phosphat, einen deutlich höheren Anteil an signifikanten Korrelationen als der Trophieindex nach Rott et al. (1999). Für den Trophieindex nach Rott et al. (1999) konnten für die Phosphorparameter keine signifikanten Korrelationen berechnet werden. Die vergleichsweise niedrigen Korrelationen zwischen dem Trophieindex nach Pfister et al. (2016) und den Phosphorparametern wurden auf die verwendeten Messwertdaten zurückgeführt, die für die Korrelationsanalysen über das Kalenderjahr als Jahreswerte zusammengefasst wurden. Für die Referenzartensumme konnten für die Phosphorparameter keine signifikanten Korrelationen berechnet werden. Für die Referenzartensumme ergaben sich nur für einzelne Parameter des Struktur- und Landnutzungsdatensets signifikante Korrelationen, die jedoch teils deutlich schwächer als die entsprechenden für den Trophie- und Saprobienindex ausfielen. Der Halobienindex nach Ziemann (1999) als Maß für Salzbelastungen zeigte selektiv für die Parameter der Qualitätskomponente Salzgehalt und den Metallionen signifikante Korrelationen. Für die Parameter Leitfähigkeit und Chlorid sowie andeutungsweise für die Parameter Sulfat und Magnesium konnte ein Trend im Korrelationsverhalten bei den betrachteten Perzentilen erkannt werden, der vom 10%-Perzentil hin zum 90%-Perzentil abnimmt. Allerdings zeigte sich auch, dass nach dem Halobienindex nach Ziemann (1999) erst bei deutlich unnatürlichen Chloridgehalten von über 1.000 mg/l eine Abstufung in Bezug zum ökologischen Zustand erfolgt. Durch Korrelationsanalysen der Bewertungsindizes der Teilkomponente Diatomeen untereinander konnte zudem festgestellt werden, dass der Trophieindex im derzeit gültigen natio-

nenalen Bewertungsverfahren PHYLIB nicht zu 50% in die Berechnung des Diatomeenindex_{Fließgewässer} eingeht, obwohl eine gleichwertige Berücksichtigung der beiden Bewertungsmodul „Trophieindex“ und „Artenzusammensetzung und Abundanz“ vorgesehen ist. Die Ursache für die nicht gleichwertige Berücksichtigung ist ein Fehler in der Gleichung zur Umrechnung des Trophieindex nach Rott et al. (1999) auf eine Skala von 0 bis 1.

Mit der ersten landesweiten Trophiekarte für Hessen konnte ein Überblick über das Ausmaß der Eutrophierung der Fließgewässer gegeben werden. Fließgewässer auf einer Länge von 6.429 km konnten bewertet werden. Für 82,2% der bewerteten Gewässerstrecke (5.285 km) wurde ein Handlungsbedarf zur Verbesserung der trophischen Situation ermittelt. Bei der Mehrheit der Wasserkörper (83%) wurden auf mehr als 30% der Gewässerslänge erhöhte trophische Belastungen festgestellt. Die Eutrophierung der hessischen Gewässer stellt derzeit einen wesentlichen Beeinträchtigungsfaktor für den guten ökologischen Zustand dar. Die Analyse der bewerteten trophischen Situation hat ergeben, dass insbesondere Kläranlagen im Zusammenhang mit den trophischen Belastungen stehen und damit wichtige Ansatzpunkte für die hessische Maßnahmenplanung darstellen. Darüber hinaus hat die Verteilung der prozentualen Anteile trophisch belasteter Gewässerabschnitte innerhalb eines Wasserkörpers im Vergleich zu den anhand der Fische und des Makrozoobenthos ermittelten ökologischen Zustandsklassen einen Hinweis darauf gegeben, dass der derzeitige trophische Bewertungsmaßstab wahrscheinlich zu streng ist.

Zusammenfassend können folgende Hinweise zum Überarbeitungsbedarf des derzeit gültigen Bewertungsverfahrens PHYLIB gegeben werden:

- Die Trophieklassengrenzen des Bewertungsmoduls „Trophieindex“ sind in Hinblick auf das Fließgewässerkontinuum und dem geogenen Untergrund zu überarbeiten.
- Analog zu der durch Pfister et al. (2016) vorgenommenen Überarbeitung des Trophie- und Saprobiebewertungssystems empfiehlt sich eine Überarbeitung des Bewertungsmoduls „Referenzartensumme“ in Bezug auf die zugrunde liegenden Referenztaxalisten (Aktualisierung) und die gegenwärtigen Klassengrenzen.
- Die fehlerbehaftete Umrechnung des Trophieindex nach Rott et al. (1999) auf eine Skala von 0 bis 1 ist zu beheben, so dass der Trophieindex zumindest zu 50% in die Berechnung des Diatomeenindex_{Fließgewässer} eingeht.
- Die Trophieklassengrenzen des Bewertungsmoduls „Trophieindex“ sind in Hinblick auf einen zu strengen Bewertungsmaßstab im Vergleich zu den Qualitätskomponenten „Makrozoobenthos“ und „Fische“ zu überprüfen.
- Der Trophieindex nach Pfister et al. (2016) ist bundesweit auf seine Eignung zu testen.

Literaturverzeichnis

- Alles, E. (1999): Fließgewässerversauerung im Schwarzwald. Ökologische Bewertung auf der Basis benthischer Diatomeen. Zentraler Fachdienst Wasser – Boden – Abfall – Altlasten bei der Landesanstalt für Umweltschutz Baden-Württemberg. Handbuch Wasser 2, 507 S.
- Ambühl, H. (1960): Die Bedeutung der Strömung als ökologischer Faktor. Physikalische, biologische und physiologische Untersuchungen über Wesen und Wirkung der Strömung im Fließgewässer. Schweiz. Z. Hydrol. XXI/2(1959), 133-264 S.
- Amt der oberösterreichischen Landesregierung (Hrsg.) (1997): Biologische Güte und Trophie der Fließgewässer in Oberösterreich. Entwicklung seit 1966 und Stand 1995/96. Gewässerschutzbericht 18/1997. Linz, 143 S.
- Arndt U., Nobel W. und Schweizer B. (1987): Bioindikatoren. Möglichkeiten, Grenzen und neue Erkenntnisse. Eugen Ulmer Verlag, Stuttgart, 388 S.
- Bankhofer, U. und Vogel, J. (2008): Datenanalyse und Statistik. 1. Auflage. Betriebswirtschaftlicher Verlag Dr. Th. Gabler, GWV Fachverlage GmbH, Wiesbaden, 327 S.
- Banning, M. und Helsper, U. (2010): Bericht zur Gewässergüte 2010. Hessisches Landesamt für Umwelt und Geologie, Wiesbaden (Hrsg.), 37 S
- Barron, J. A. (1993): Diatoms. In Lipps, J. H. (Hrsg.) Fossil prokaryotes und protists. Blackwell Scientific Publ., Boston, 155-167 S.
- Battarbee, R. W., Jones, V. J., Flower, R. J., Cameron, M. G., Bennion, H., Carvalho, I. und Juggins, S. (2001): Diatoms. 155-202 S. In Smol, J. P., Birks, H. J. B. & Last, W. M. (Hrsg.): Tracking environmental change using lake sediments. Kluwer Academic Publishers, Dordrecht.
- Beisel, J.-N., Peltre, M.-C. und Usseglio-Polatera, P. (2011): Einfluss der Salzbelastung auf die aquatische Biozönose der Mosel. Auftraggeber: Internationalen Kommissionen zum Schutze der Mosel und der Saar (IKSMS), Konz, 62 S.
- Bisswanger, H. (2015): Enzyme: Struktur, Kinetik und Anwendungen. Wiley-VCH Verlag GmbH & Co. KGaA, Weinheim, 308 S.

- Böhmer, J., Rawer-Jost, C., Zenker, A., Meier, C., Feld, C.K., Biss, R. und Hering, D. (2004): Assessing streams in Germany with benthic invertebrates: Development of a multimetric invertebrate based assessment system. *Limnologica*, 34, 416-432 S.
- Borchardt, D. (1998): Zielsetzungen einer ökologischen Wasserwirtschaft. In: Münchner Beiträge zur Abwasser-, Fischerei- und Flußbiologie. Oldenbourg Verlag. München, Wien, 119-139 S.
- Bostelmann, R., Gutowski, A. und Hofmann, G. (2015): Rheinauen bei Rastatt. Erfolgskontrolle Makrophyten und Phytobenthos. Regierungspräsidium Karlsruhe, Karlsruhe (Hrsg.), 75 S.
- Bothwell, M. L. (1988): Growth rate responses of lotic periphytic diatoms to experimental phosphorus enrichment: the influence of temperature and light. In: *Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Science* 45, 261-270 S.
- Braukmann, U. und Haaß, W. (2012): Konventionelle / Ökologische Landwirtschaft und ihr Einfluss auf Fließgewässer. Vortrag zur Gewässer-Nachbarschaft Untere Fulda 2012. Unter: [https://www.gfg-
fortbildung.de/web/images/stories/gfg_pdfs_ver/Hessen/UFulda/09_UFulda_v_BraukmannHaas_teil1.pdf](https://www.gfg-fortbildung.de/web/images/stories/gfg_pdfs_ver/Hessen/UFulda/09_UFulda_v_BraukmannHaas_teil1.pdf) [abgerufen am 09.09.2018]
- Cholnoky, B. J. (1968): Die Ökologie der Diatomeen in Binnengewässern. Verlag von J. Cramer, 699 S.
- Cohen, J. (1988): *Statistical power analysis for the behavioral sciences*. 2. Auflage. Lawrence Erlbaum Associates, New York (Hrsg.), 400 S.
- Coring, E. (1999): Säuregrad. Indikation mit Hilfe von Diatomeen. 298-305 S. In: von Tümpling, W. und Friedrich, G. (Hrsg.): *Biologische Gewässeruntersuchung. Methoden der Biologischen Wasseruntersuchung. Band 2*, Gustav Fischer Verlag, Jena, 545 S.
- Coring, E. (2015): Kieselalgen/Diatomeen als biologische Qualitätskomponente. Vortrag zum 18. Symposium Flussgebietsmanagement beim Wupperverband 03.06.2015. Unter: [https://www.wupperverband.de/internet/mediendb.nsf/gfx/B83F4C6FB5F5A7B2C1257E6C0038D31E/\\$file/05_Symp_18_Coring.pdf](https://www.wupperverband.de/internet/mediendb.nsf/gfx/B83F4C6FB5F5A7B2C1257E6C0038D31E/$file/05_Symp_18_Coring.pdf) [abgerufen am 05.06.2018]

- Coring, E., Schneider, S., Hamm, A. und Hofmann, G. (1999): Durchgehendes Trophiesystem auf der Grundlage der Trophieindikation mit Kieselalgen. DVWK Materialien 6, 219 S.
- Dahlgren, G. und Küttel, M. (1987): Abteilung Bacillariophyta (Kieselalgen, Diatomeen). In: Dahlgren, G. und Küttel, M.: Systematische Botanik. Springer-Verlag Berlin Heidelberg, 259 S.
- Dahm, V., Kuillas, B., Rolaufts, P., Hering, D., Haase, P., Kappes, H. Leps, M., Sundermann, A., Döbbelt-Grüne, S., Hartmann, C., Koenzen, U., Reuvers, C., Zellmer, U., Zins, C. und Wagner, F. (2014): Strategien zur Optimierung von Fließgewässer-Renaturierungsmaßnahmen und ihrer Erfolgskontrolle. Umweltforschungsplan des Bundesministeriums für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit (Forschungskennzahl 3710 24 207). Umweltbundesamt (UBA), Dessau-Roßlau (Hrsg.) (UBA-FB 001936). 176 S.
- Dell'Uomo, A. (2004): L'indice diatomico di eutrofizzazione/polluzione (EPI-D) nel monitoraggio delle acque correnti. Linee guida. APAT, ARPAT, CTN_AIM, Roma, Firenze, 101 S.
- Dixie, S. S., Smol, J. P., Kingston, J.C. und Charles, D. F. (1992): Diatoms – Powerful Indicators of Environmental-Change. In: Environmental Science and Technology, Vol. 26., No. 1, 22-33 S.
- Europäische Union (EU) (2000): Richtlinie 2000/60/EG des Europäischen Parlaments und des Rates vom 23. Oktober 2000 zur Schaffung eines Ordnungsrahmens für Maßnahmen der Gemeinschaft im Bereich der Wasserpolitik (Wasserrahmenrichtlinie). Amtsblatt der Europäischen Union L 327/1, Luxemburg.
- Finch, O.-D. (2016): Benthische Diatomeen in nicht tideoffenen niedersächsischen Marschengewässern – Eine aussagekräftige Qualitätskomponente im Sinne der EG-WRRL? – Oberirdische Gewässer Band 39, 52 S.
- Foerster, J. (2006): Zur Definition biozönotisch relevanter Fließgewässertypen anhand des aktuellen Vorkommens benthischer Algen (exkl. Charales und Diatomeen) in Fließgewässern Deutschlands. Dissertation im Fachbereich 2 (Biologie / Chemie) an der Universität Bremen, 166 S.

- Foerster, J., Halle, M. und Müller, A. (2017): Entwicklung eines Habitatindex zur Beurteilung biozönotisch relevanter Gewässerstrukturen. In: KW Korrespondenz Wasserwirtschaft 2017 (10) Nr. 8, DWA, Gesellschaft zur Förderung der Abwassertechnik Verlag, Hennef, 466-471 S.
- Gutowski, A. und Foerster, J. (2007): Benthische Algen ohne Diatomeen und Characeen. Feldführer. Landesamt für Natur, Umwelt und Verbraucherschutz Nordrhein-Westfalen (Hrsg.), Recklinghausen, 90 S.
- Gutowski, A., van de Weyer, K. und Hofmann, G., Doege, A. (2011): Makrophyten und Phytobenthos. Indikatoren für den ökologischen Gewässerzustand. Sächsisches Landesamt für Umwelt, Landwirtschaft und Geologie des Freistaates Sachsen, Dresden (Hrsg.), 184 S.
- Halle, M. und A. Müller (2014): Korrelation zwischen biologischen Qualitätskomponenten und allgemeinen physikalisch-chemischen Parametern. Endbericht. Erarbeitet im Rahmen des Länderfinanzierungsprogramms „Wasser, Boden und Abfall“. Projekt O 3.12. 190 S.
- Halle, M., Müller, A. und Bellack, E. (2017): Schwellenwerte und Bioindikatoren zur gewässerökologischen Beurteilung von Fließgewässern gemäß EG-WRRL. In: KW Korrespondenz Wasserwirtschaft 2017 (10) Nr. 9, DWA, Gesellschaft zur Förderung der Abwassertechnik Verlag, Hennef, 525-535 S.
- Hauer, P. (2012): Toleranzbereich, Ökologische Potenz, Toleranzkurve und Umweltfaktoren. Allgemeine Toleranzkurve und Toleranzbereich mit Fachtermini. Unter: <https://www.philippbauer.de/info/bio/toleranzbereich/> [abgerufen am 27.05.2018]
- HMULV - Hessisches Ministerium für Umwelt, ländlichen Raum und Verbraucherschutz (1999): Gewässerstrukturgüte Informationssystem (GESIS) – landesweite Gewässerstrukturgütekartierung Wiesbaden.
- HMULV - Hessisches Ministerium für Umwelt, ländlichen Raum und Verbraucherschutz (Hrsg.) (2007): Handbuch zur Umsetzung der Europäischen Wasserrahmenrichtlinie in Hessen - 5. Lieferung. Teil 3: Fachliche Umsetzung der WRRL in Hessen - Kapitel 3.1.B: Methodenbeschreibungen und Bewertungsgrundlagen im Rahmen der Überwachung der biologischen Qualitätskomponenten in Fließgewässern. 72 S. http://flussgebiete.hessen.de/fileadmin/dokumente/5_service/hessenundlawwa/handbuchlieferung5/t3k3_1_b_lieferung5_070725.pdf [abgerufen am 13.04.2018]

- HMUKLV - Hessisches Ministerium für Umwelt, Klimaschutz, Landwirtschaft und Verbraucherschutz (Hrsg.) (2015a): Umsetzung der Wasserrahmenrichtlinie in Hessen. Bewirtschaftungsplan 2015-2021, 346 S.
- HMUKLV - Hessisches Ministerium für Umwelt, Klimaschutz, Landwirtschaft und Verbraucherschutz (Hrsg.) (2015b): Umsetzung der Wasserrahmenrichtlinie in Hessen. Maßnahmenprogramm 2015-2021. Anhang 3 Ergebnistabelle
Maßnahmenprogramm Oberflächengewässer.
- HLNUG - Hessisches Landesamt für Naturschutz, Umwelt und Geologie (2017): Untersuchungen von benthischen Kieselalgen 2016-2018 im Bereich repräsentativer Chemie-Messstellen. Wiesbaden. Arbeitskarte 03.08.2017.
- Hofmann, G. (1989): Diatomeengesellschaften saurer Gewässer des Odenwaldes und ihrer Veränderungen durch anthropogene Faktoren. Schriftenreihe der Hessischen Landesanstalt für Umwelt 80, 249 S.
- Hofmann, G. (2005): Diatomeen als biologische Qualitätskomponenten zur Umsetzung der EU-WRRL. Vortrag zur Veranstaltung Flussgebiete Hessen 2005. Unter: http://flussgebiete.hessen.de/fileadmin/dokumente/5_service/veranstaltungen_2005_06/diatomeen_hofmann.pdf [abgerufen am 27.05.2018]
- Hofmann, G. (2014): Bewertung des Säurezustands von Fließgewässern des bayerischen Versauerungsmonitorings anhand von benthischen Diatomeen. Bayerisches Landesamt für Umwelt (Hrsg.), 57 S.
- Hürlimann, J. (2010): Kieselalgen in Fließgewässern des Kantons Aargau. Departement Bau, Verkehr und Umwelt - Abteilung für Umwelt, Aarau, 43 S.
- Hürlimann J. und Niederhauser P. (2007): Methoden zur Untersuchung und Beurteilung der Fließgewässer. Kieselalgen Stufe F (flächendeckend). Umwelt-Vollzug Nr. 0740. Bundesamt für Umwelt, Bern (Hrsg.), 60 S.
- Hustedt, F. (1939): Systematische und ökologische Untersuchungen über die Diatomeenflora von Java, Bali und Sumatra. Archiv für Hydrobiologie, Supplement Volumes 15: 638-798 S., 16: 274-394 S.
- Hustedt, F. (1953): Die Systematik der Diatomeen in ihren Beziehungen zur Geologie und Ökologie nebst einer Revision des Halobiensystems. Svensk Botanisk Tidskrift 47 (4), 509-519 S.

- John, J. (2015): A Beginner's Guide to Diatoms. 2. Aufl., Verlag Koeltz Botanical Books, Oberreifenberg, 175 S.
- Kolbe (1932): Grundlinien einer allgemeinen Ökologie der Diatomeen. In: von Frisch, K., Goldschmidt, R. Ruhland, W. und Winterstein, H.: Ergebnisse der Biologie. Verlag von Julius Springer, Berlin, 222-348 S.
- Kolkwitz, R. und Marsson, M. (1908): Ökologie der pflanzlichen Saprobien. Berichte der Deutschen Botanischen Gesellschaft 26, 505-519 S.
- Krammer, K. (1986): Kieselalgen: Biologie, Baupläne der Zellwand, Untersuchungsmethoden. Kosmos Handbuch, Franckh'sche Verlagshandlung, Stuttgart, 140 S.
- Krammer, K. und Lange-Bertalot, H. (1986): Bacillariophyceae. Bd. 2/1: Naviculaceae; Bd. 2/2: Bacillariaceae, Epithemiaceae, Surirellaceae; Bd. 2/3: Centrales, Fragilariaceae, Eunotiaceae; Bd. 2/4: Achnantheaceae. In: Ettl, H., Gerloff, J., Heyning, H. und Mollenhauer, D. (Hrsg.): Süßwasserflora von Mitteleuropa, Bd. 2/1–2/4, Gustav Fischer Verlag, Stuttgart, 876 S.
- Lampert, W. und Sommer, U. (1999): Limnoökologie. Georg Thieme Verlag, Stuttgart, 440 S.
- LAWA - Länderarbeitsgemeinschaft Wasser (Hrsg.) (1999): Gewässerstrukturgütekartierung in der Bundesrepublik Deutschland. Übersichtsverfahren. München.
- LAWA - Länderarbeitsgemeinschaft Wasser (Hrsg.) (2000): Gewässerstrukturgütekartierung in der Bundesrepublik Deutschland. Verfahren für kleine und mittelgroße Fließgewässer. Kulturbuch-Verlag GmbH, Berlin.
- LAWA - Länderarbeitsgemeinschaft Wasser (Hrsg.) (2002): Gewässergüteatlas der Bundesrepublik Deutschland. Biologische Gewässergütekarte 2000. Kulturbuch-Verlag Berlin GmbH, Berlin, 60 S.
- LANUV NRW - Landesamt für Natur, Umwelt und Verbraucherschutz Nordrhein Westfalen (Hrsg.) (2008): Fortschreibung des Bewertungsverfahrens für Makrophyten in Fließgewässern in Nordrhein-Westfalen gemäß den Vorgaben der EG-Wasser-Rahmen-Richtlinie. LANUV-Arbeitsblatt 3. Recklinghausen, 78 S.

- Lange-Bertalot H. (1978): Diatomeen-Differentialarten anstelle von Leitformen: ein geeigneteres Kriterium der Gewässerbelastung. *Archiv für Hydrobiologie, Supplement* Volumes 51, 393–427 S.
- Linnenkamp, J. und Hoffmann, M. (1990): Auswirkungen von Reihenpflanzungen auf den ökologischen Zustand eines Flachlandbaches. In: *Wasser und Boden, Heft 2*, 82-86 S.
- Lutz, K. (2008): Multinukleare NMR-spektroskopische Untersuchungen zur Biomineralisation bei Diatomeen, Dissertation an der naturwissenschaftlichen Fakultät III – Biologie und vorklinische Medizin der Universität Regensburg, 96 S.
- Mann, D.G. (1999): The species concept in diatoms. In: *Phycologia*, Vol. 38, No. 6, 437-495 S.
- Meier, C., Haase, P., Rolauffs, P., Schindehütte, K., Schöll, F., Sundermann, A. und Hering, D. (2006): *Methodisches Handbuch Fließgewässerbewertung. Handbuch zur Untersuchung und Bewertung von Fließgewässern auf der Basis des Makrozoobenthos vor dem Hintergrund der EG-Wasserrahmenrichtlinie*, 110 S.
- Ministerium für Klimaschutz, Umwelt, Landwirtschaft, Natur- und Verbraucherschutz des Landes Nordrhein-Westfalen (MKULNV NRW) (Hrsg.) (2015): *Bewirtschaftungsplan 2016-2021 für die nordrhein-westfälischen Anteile von Rhein, Weser, Ems und Maas*, 814 S.
- Moosmann, L, Schmid, M. und Wüest, A. (2005): Einfluss der Beschattung auf das Temperaturregime der Orbe. EAWAG Eidgenössische Anstalt für Wasserversorgung, Abwasserreinigung und Gewässerschutz. Unter: https://www.eawag.ch/fileadmin/Domain1/Beratung/Beratung_Wissenstransfer/Partner_Projekte_CH/Einfluss_der_Beschattung_auf_das_Temperaturregime_der_Orbe_2005_einfluss.pdf [abgerufen am 26.08.2016]
- Müller, A., Pottgiesser, T., Adolph, W., Bonn, R., Dürselen, C., Fürhaupter, K., Gutowski, A., Hofmann, G., Kühlenkamp, R., Knocks, B., Meyer, T., Miler, O., Mischke, U., Paster, S., Quick, I., Riedmüller, U., Ritterbusch, D., Scholle, J., Stelzer, D., van de Weyer, K., Vogel, A. und Wagner, F. (2017): *Qualitätskomponentenspezifische Typologie*. Unter: http://gewaesser-bewertung.de/index.php?article_id=97&clang=0 [abgerufen am 08.05.2018]

- Müller, A., Pottgiesser, T., Adolph, W., Bonn, R., Dürselen, C., Fürhaupter, K., Gutowski, A., Hofmann, G., Kuhlenkamp, R., Knocks, B., Meyer, T., Miler, O., Mischke, U., Paster, S., Quick, I., Riedmüller, U., Ritterbusch, D., Scholle, J., Stelzer, D., van de Weyer, K., Vogel, A. und Wagner, F. (2018): Bewertung ökologischer Zustand. Bewertungsmodul „Trophie- und Saprobienindex“. Unter: http://gewaesserbewertung.de/index.php?article_id=100&clang=0 [abgerufen am 12.05.18]
- Pfister, P., Hofmann, G. und Ehrensperger G. (2016): Fließgewässer-Phytobenthos - Überarbeitung des Trophie- und Saprobie-Bewertungssystems nach Rott et al. 1999, 1997. Bundesministerium für Land- und Forstwirtschaft, Umwelt und Wasserwirtschaft (BMLFUW) Österreichs (Hrsg.), 131 S.
- Planas, D. (1996): Acidification effects. 497-530 S. In: Stevenson, R. J., Bothwell, M. L., Lowe, R. L. (Hrsg.): Algal Ecology. Freshwater Benthic Ecosystems. Academic Press, San Diego, 753 S.
- Pottgiesser, T. und Sommerhäuser, M. (2008): Aktualisierung der Steckbriefe der bundesdeutschen Fließgewässertypen und Ergänzung der Steckbriefe der deutschen Fließgewässertypen um typspezifische Referenzbedingungen und Bewertungsverfahren aller Qualitätselemente. Im Auftrag des Umweltbundesamtes (Hrsg.), 139 S.
- Raven, P.H., Evert, R.F. und Curtis, H. (2000). Biologie der Pflanzen. 3. Aufl., De Gruyter-Verlag, Berlin, 1.059 S.
- Regierung von Schwaben (2003): Flüsse und Seen im Regierungsbezirk Schwaben. Wasserbeschaffenheit und Gewässergüte. 2. überarbeitete und ergänzte Auflage, 80 S.
- Rott, E., Hofmann, G., Pall, K., Pfister, P. und Pipp, E. (1997): Indikationslisten für Aufwuchsalgen. Teil 1: Saprobielle Indikation. Bundesministerium für Land- und Forstwirtschaft Wien (Hrsg.), 73 S.
- Rott, E., Pfister, P., van Dam, H., Pall, K., Pipp, E., Binder, N. und Ortler, K. (1999): Indikationslisten für Aufwuchsalgen. Teil 2: Trophieindikation, geochemische Reaktion, toxikologische und taxonomische Anmerkungen. Bundesministerium für Land- und Forstwirtschaft Wien (Hrsg.), 248 S.
- Round, F. E. (1975): Biologie der Algen. Eine Einführung. Georg Thieme Verlag, Stuttgart, 342 S.

- Round, F. E., Crawford, R. M. und Mann, D. G. (1990): The diatoms: biology & morphology of the genera. Cambridge University Press, Cambridge, 747 S.
- Schaumburg, J., Schmedtje, U., Schranz, C., Köpf, B., Schneider, S., Meilinger, P., Stelzer, D., Hofmann, G., Gutowski, A. und Foerster, J. (2004): Erarbeitung eines ökologischen Bewertungsverfahrens für Fließgewässer und Seen im Teilbereich Makrophyten und Phytobenthos zur Umsetzung der EU-Wasserrahmenrichtlinie. Abschlussbericht an das Bundesministerium für Bildung und Forschung (FKZ 0330033) und die Länderarbeitsgemeinschaft Wasser (Projekt Nr. O 11.03), Bayerisches Landesamt für Wasserwirtschaft, München, 635 S.
- Schaumburg, J., Schranz, C, Foerster, J., Gutowski, A., Hofmann, G., Köpf, B., Meilinger, P., Schmedtje, U., Schneider, S. und Stelzer, D. (2005a): Bewertungsverfahren Makrophyten & Phytobenthos. Fließgewässer- und Seen-Bewertung in Deutschland nach EG-WRRL. Informationsberichte Heft 1/05. Bayerisches Landesamt für Wasserwirtschaft, München (Hrsg.), 245 S.
- Schaumburg, J., Schranz, C., Stelzer, D., Hofmann, G., Gutowski, A. und Foerster, J. (2005b): Bundesweiter Test: Bewertungsverfahren „Makrophyten & Phytobenthos“ in Fließgewässern zur Umsetzung der WRRL. Endbericht im Auftrag der LAWA (Projekt Nr. O 2.04). Bayerisches Landesamt für Umwelt, München, 244 S.
- Schaumburg, J., Schranz, C, Stelzer, D., Hofmann, G., Gutowski, A. und Foerster, J. (2006): Handlungsanweisung für die ökologische Bewertung von Fließgewässern zur Umsetzung der EU-Wasserrahmenrichtlinie: Makrophyten & Phytobenthos. (Stand Januar 2006). Bericht im Auftrag der LAWA (Projekt Nr. O 10.09). Bayerischen Landesamts für Umwelt, München, 119 S.
- Schaumburg, J., Schranz, C. und Stelzer, D. (2011): Bewertung von Seen mit Makrophyten & Phytobenthos gemäß EG_WRRL – Anpassungen des Verfahrens aufgrund erster Ergebnisse und Erfahrungen aus den Bundesländern. Endbericht im Auftrag der LAWA (Projekt Nr. O 2.04), Bayerisches Landesamt für Umwelt, Augsburg/Wielenbach, 161 S.
- Schaumburg, J., Schranz, C., Stelzer, D., Vogel, A. und Gutowski, A. (2012a): Weiterentwicklung biologischer Untersuchungsverfahren zur kohärenten Umsetzung der EG-Wasserrahmenrichtlinie Teilvorhaben Makrophyten & Phytobenthos. Endbericht im Auftrag des Umweltbundesamts (FKZ 3707 28 201), Bayerisches Landesamt für Umwelt, Augsburg/Wielenbach, 550 S.

- Schaumburg, J., Schranz, C., Stelzer, D., Vogel, A. und Gutowski, A. (2012b):
Verfahrensanleitung für die ökologische Bewertung von Fließgewässern zur
Umsetzung der EG-Wasserrahmenrichtlinie: Makrophyten und Phytobenthos (Stand
Januar 2012). Bayerisches Landesamt für Umwelt, München, 191 S.
- Schmedtje, U., Bauer, A., Gutowski, A., Hofmann, G. Leukart, P., Melzer, A. Mollenhauer,
D., Schneider, S. und Tremp, H. (1998): Trophiekartierung von aufwuchs- und
makrophytendominierten Fließgewässern. Bayerisches Landesamt für
Wasserwirtschaft, München (Hrsg.). Informationsberichte Heft 4/99, 516 S.
- Schmedtje, U., Köpf, B., Schneider, S., Meilinger, P., Stelzer, D, Hofmann, G., Gutowski,
A. und Mollenhauer, D. (2001): Leitbildbezogenes Bewertungsverfahren mit
Makrophyten und Phytobenthos: Durchführung einer Literaturstudie und Erarbeitung
eines Untersuchungsprogramms für die Entwicklung eines Bewertungsverfahrens
nach den Vorgaben der EU-Wasserrahmenrichtlinie. ATV-DVWK-Arbeitsbericht,
GB-1.5., GFA-Verlag, Hennef, 281 S.
- Schönfelder, I. (2014): Indikation der Gewässerbeschaffenheit durch Diatomeen. In:
Handbuch Angewandte Limnologie: Grundlagen – Gewässerbelastung-
Restaurierung – Aquatische Ökotoxikologie – Bewertung – Gewässerschutz. Wiley-
VCH GmbH Co. KGaA, Weinheim. 61 S.
- Schwoerbel, J. (2013): Einführung in die Limnologie. 10. Aufl., Gustav Fischer Verlag,
Stuttgart, 386 S.
- Statistica (1997): Statistica Benutzerhandbuch. Tulsa. 638 S.
- Stevenson, R. J. (1984): How currents on different sides of substrates in streams affects
mechanisms of benthic algal accumulation. *Int. Rev. Ges. Hydrobiol.* 69, 241-262 S.
- Stevenson, R. J. (1996): An introduction to algal ecology in freshwater benthic habitats. 3-
30 S. In: Stevenson, R. J., Bothwell, M. L., Lowe, R. L. (Hrsg.): *Algal Ecology.*
Freshwater Benthic Ecosystems. Academic Press, San Diego, 753 S.
- Townsend, C. R., Harper, J. L. und Begon, M. E. (2009): *Ökologie*, 2. Aufl., Springer-
Verlag, Berlin Heidelberg, 622 S.
- van Dam, H., Mertens, A. und Sinkeldam, J. (1994): A coded checklist and ecological
indicator values of freshwater diatoms from the Netherlands. *Netherlands Journal of
Aquatic Ecology* 28 (1), 117-133 S.

- van den Hoek, C., Jahns, H. M. und Mann, D. G. (1993): Algen. 3. Aufl., Georg Thieme Verlag, Stuttgart, 411 S.
- Vannote, R. L., Minshall, G. W., Cummins, K. W., Sedell, J. R. und Cushing, C. E. (1980): The River Continuum Concept. In: Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences Vol. 37 Nr. 1, 130-137 S.
- Verordnung zum Schutz der Oberflächengewässer (Oberflächengewässerverordnung - OGewV). vom 20. Juni 2016 (BGBl. I S. 1373).
- Whitford, L. A. und Schumacher, G. J. (1961): Effect of current on mineral uptake and respiration by a fresh-water alga. Limnol. Oceanogr. 6, 423-425 S.
- Wolfram, G., Römer, J., Hörl, C., Stockinger, W., Ruzicska, A. und Munteanu, A. (2014): Chlorid-Studie. Auswirkungen von Chlorid auf die aquatische Flora und Fauna, mit besonderer Berücksichtigung der Biologischen Qualitätselemente im Sinne der EU-WRRL. Im Auftrag des: Bundesministeriums für Land- und Forstwirtschaft, Umwelt und Wasserwirtschaft, Wien, 162 S.
- Ziemann, H., (1971): Die Wirkung des Salzgehaltes auf die Diatomeenflora als Grundlage für eine biologische Analyse und Klassifikation der Binnengewässer. Limnologica 8, 505-525 S.
- Ziemann, H. (1999): Bestimmung des Halobienindex. In: Von Tümpling W. und Friedrich G. (Hrsg.): Biologische Gewässeruntersuchung. Methoden der Biologischen Gewässeruntersuchung 2, 310-313 S.
- Zimmerman, R.-D. (1996): Begriffsdefinitionen zur Bioindikation. Umweltwissenschaften und Schadstoff-Forschung, Volume 8, Issue 3, 169-171 S.

Anhang

Tabelle 32: Ergebnisse der Berechnungen und Bewertungen für die hessischen Diatomeenaufnahmen nach den unterschiedlichen Klassengrenzen im System Rott et al. (1999) und Pfister et al. (2016) mittels des Programms Microsoft Excel 2016 und der Auswertungssoftware PHYLIB (Version 5.3)

ÖZKL = ökologische Zustandsklasse; MST-ID = Messstellen-ID; D-Typ = Diatomeentyp;
TI_{Rott} = Trophieindex nach Rott et al. (1999); TI_{Pfister} = Trophieindex nach Pfister et al. (2016);
SI_{Rott} = Saprobienindex nach Rott et al. (1999); SI_{Pfister} = Saprobienindex nach Pfister et al. (2016)
DI_{FG} = Diatomeenindex_{Fließgewässer}; RAS = Referenzartensumme;
HI_{Ziemann} = Halobienindex nach Ziemann (1999)

MST-ID	MST_Bezeichnung	D-Typ	TI _{Rott}	ÖZKL für TI _{Rott} nach den unterschiedlichen Trophieindexklassengrenzen				TI _{Pfister}	ÖZKL für TI _{Pfister} nach den unterschiedlichen Trophieindexklassengrenzen								SI _{Rott}	SI _{Pfister}	DI _{FG}	RAS	TI _{Rott}	HI _{Ziemann}	
				Rott 2006	Rott 2012	Rott NEU/ D5 a)	Rott NEU/ D5 b)		Rott 2012	Rott NEU/ D5 a)	Rott NEU/ D5 b)	Pfister HE lin/ D5 a)	Pfister HE lin/ D5 b)	Pfister HE log/ D5 a)	Pfister HE log/ D5 b)	Pfister Ö+D							
11544	Bebra, oberhalb Bebra, Nähe Welgersberg	D 5	2,88	3	3	4	4	2,68	3	3	3	4	4	4	4	4	4	2,08	2,08	0,22	13,79	2,80	7,27
11546	Haselbach, unterhalb Schwarzenhasel	D 5	2,89	3	3	4	4	2,68	3	3	3	4	4	4	4	4	4	2,00	2,07	0,24	19,28	2,86	4,48
11548	Wichte, Ortslage Neumorschen	D 5	3,01	3	3	4	4	2,69	3	3	3	4	4	4	4	4	4	2,09	2,07	0,22	17,54	2,93	2,75
11549	Beise, oberhalb Beiseförth	D 5	2,90	3	3	4	4	2,61	2	2	2	3	4	4	4	4	4	2,05	2,04	0,20	12,59	2,90	0
10447	Pfiefte, östliche Ortslage Spangenberg, unterh. MWE Spangenberg SKO Tennisplatz	D 5	3,07	3	3	4	4	2,51	2	2	2	3	3	3	3	3	3	2,11	2,09	0,17	10,57	3,06	6,72
11552	Mülmisch unterhalb Eiterhagen	D 5	3,25	4	4	4	4	2,76	3	3	3	4	4	4	4	4	4	2,19	2,12	0,22	25,15	3,20	-1,75
11554	Eder, oberhalb Niedermöllrich, Nähe Kieswerk	D 10.1	3,06	3	4	3	3	2,50	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2,04	2,03				
10452	Elbrighäuserbach, südlich Neuludwigsdorf	D 5	2,56	2	2	2	2	1,58	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1,83	1,75	0,48	56,17	2,51	-2,99
10456	Nemphe, Nähe südöstlicher Ortsrand Frankenbeg	D 5	3,37	5	5	4	5	2,81	3	3	3	4	4	4	4	4	4	2,13	2,20				
11559	Nühne, südöstlich Neukirchen, oberhalb Mündung Ofte	D 5	3,32	4	4	4	5	2,75	3	3	3	4	4	4	4	4	4	2,22	2,17	0,15	12,46	3,26	3,7
11560	Nühne, oberhalb Schreufa	D 7	3,08	3	3	4	4	2,71	2	2	2	3	3	3	3	3	3	2,11	2,10	0,19	14,47	3,05	6,09
10457	Ofte, unterhalb Neukirchen oberhalb KA	D 5	3,13	3	3	4	4	2,76	3	3	3	4	4	4	4	4	4	2,10	2,19	0,18	14,51	3,12	3,27
11562	Lengelbach, Nähe Bärenmühle	D 5	2,86	3	3	3	4	2,73	3	3	3	4	4	4	4	4	4	2,09	2,08	0,18	6,49	2,87	0
11564	Orke, oberhalb Mündung Heimbach	D 7	2,82	2	2	2	2	2,73	2	2	2	3	3	3	3	3	3	2,11	2,10	0,34	37,85	2,83	5,47
11566	Aar, oberhalb Lichtenfels	D 7	2,83	2	2	2	2	2,67	2	2	2	3	3	3	3	3	3	2,08	2,07				
10460	Heimbach, oberhalb Fürstenberg	D 5	2,96	3	3	4	4	2,67	3	3	3	4	4	4	4	4	4	2,03	2,03	0,24	19,56	2,90	2,59
11568	Lorfe, Ortsrand Altenlothem	D 5	3,44	5	5	5	5	2,79	3	3	3	4	4	4	4	4	4	2,26	2,24	0,10	6,38	3,43	3,6
11570	Itter, oberhalb Herzhausen	D 5	3,16	4	4	4	4	2,68	3	3	3	4	4	4	4	4	4	2,07	2,07	0,18	15,4	3,14	2,96
10462	Aselbach, unterhalb Vöhl, bei Asel	D 5	3,33	4	4	4	5	2,75	3	3	3	4	4	4	4	4	4	2,22	2,15	0,17	15,91	3,24	0
10463	Werbe, unterhalb Ober-Werbe, oberhalb KA	D 5	3,17	4	4	4	4	2,67	3	3	3	4	4	4	4	4	4	2,05	2,04	0,13	4,38	3,15	5,22
11580	Reiherbach, oberhalb Nieder-Werbe, oberhalb Mündung Klingebach	D 5	3,14	3	3	4	4	2,62	2	2	2	4	4	4	4	4	4	2,10	2,06	0,12	3,61	3,13	4,8
11581	Wesebach, oberhalb Gifitz	D 5	3,02	3	3	4	4	2,70	3	3	3	4	4	4	4	4	4	2,08	2,10	0,25	24,55	2,98	5,7
11583	Wilde, unterhalb Bad Wildungen	D 5	3,00	3	3	4	4	2,91	3	3	4	4	4	4	4	4	4	2,14	2,16	0,38	50,78	2,96	2,76
11586	Elbe, oberhalb Geismar	D 7	2,90	3	3	3	4	2,72	2	2	2	3	3	3	3	3	3	2,09	2,08	0,18	7,75	2,88	1,52
11588	Schwalim, südwestlich Kerthenhausen	D 7	3,15	4	4	4	4	2,87	3	3	3	4	4	4	4	4	4	2,18	2,19				
11589	Schwalim, zwischen Wabern und Harle	D 10.1	3,11	3	4	3	3	2,96	3	2	2	3	4	4	4	4	4	2,11	2,14	0,38	54,34	3,09	6,88
11591	Schwalim, oberhalb Alsfeld-Attenburg, Nähe zu Leidenrod	D 6	2,78	2	2	2	2	2,78	2	2	2	4	4	4	4	4	4	2,08	2,09				
10470	Berfa, unterhalb Elbenrod 1	D 5	3,14	3	3	4	4	2,65	3	3	3	4	4	4	4	4	4	2,15	2,09	0,19	16,93	3,11	5,29
11592	Grenff, oberhalb Neukirchen, oberhalb Mündung Buchbach	D 5	2,95	3	3	4	4	2,68	3	3	3	4	4	4	4	4	4	2,11	2,10	0,23	19,93	2,95	3,23
11138	Rehbach, in Höhe Ortslage Merkenbach	D 5	2,79	3	3	3	3	2,71	3	3	3	4	4	4	4	4	4	2,07	2,09	0,30	29,48	2,79	5,38
11464	Lemp, oberhalb Ehringshausen, zw. Mündung Heimbach und Kumbach	D 5	2,95	3	3	4	4	2,76	3	3	3	4	4	4	4	4	4	2,15	2,13	0,30	34,04	2,94	1,32
11466	Solmsbach, unterhalb Solms	D 7	2,82	2	2	2	2	2,70	2	2	2	3	3	3	3	3	3	2,08	2,08	0,26	21,28	2,81	-2,33
10346	Solmsbach, unterhalb Ortslage Neukirchen	D 5	3,00	3	3	4	4	2,69	3	3	3	4	4	4	4	4	4	2,08	2,08	0,22	18,3	3,01	8,11
11468	Iserbach, unterhalb Braunfels, oberhalb Mündung Rehbach	D 5	2,88	3	3	4	4	2,60	2	2	2	3	4	4	4	4	4	2,03	2,03				
11470	Umbach, unterhalb Beilstein, Nähe Wallendorf	D 5	3,09	3	3	4	4	2,74	3	3	3	4	4	4	4	4	4	2,13	2,11	0,23	20,14	2,97	6,9
10356	Kallenbach, Nähe Niedershäuser Mühle, 2	D 5	3,11	3	3	4	4	2,72	3	3	3	4	4	4	4	4	4	2,14	2,08	0,22	20,07	3,06	4,88
10364	Weil, Etzaermühle	D 5	2,90	3	3	4	4	2,68	3	3	3	4	4	4	4	4	4	2,13	2,10	0,42	48,35	2,63	4,42
11474	Weil, oberhalb Ernsthausen	D 7	3,24	4	4	4	4	2,77	2	2	2	4	4	4	4	4	4	2,17	2,13	0,21	21,9	3,19	2,2
11475	Weinbach, unterhalb Weinbach	D 5	3,03	3	3	4	4	2,71	3	3	3	4	4	4	4	4	4	2,07	2,05	0,16	7,09	3,02	4,04
11477	Kerkerbach, bei Runkel-Schadeck	D 5	3,22	4	4	4	4	2,76	3	3	3	4	4	4	4	4	4	2,16	2,11	0,15	9,25	3,18	9,82
10367	Emsbach, westlich Oberbrechen	D 7	3,02	3	3	3	3	2,77	2	2	2	4	4	4	4	4	4	2,11	2,12	0,27	25,42	2,88	3,51
10368	Emsbach, bei Lindenholzhausen	D 7	3,14	3	3	4	4	2,72	2	2	2	3	3	3	3	3	3	2,15	2,12	0,18	14,64	3,11	5,91
11481	Wörsbach, nordöstlich Beuersbach, unterhalb Mündung Gebuckgraben	D 5	3,33	4	4	4	5	2,86	3	3	4	4	4	4	4	4	4	2,19	2,19	0,14	11,98	3,30	10,53
10370	Wörsbach, oberhalb Dauborn	D 5	3,34	4	4	4	5	2,89	3	4	4	4	5	4	5	4	4	2,29	2,24	0,16	15	3,31	1,55
10371	Elbbach, unterhalb Ortslage Elz	D 7	3,16	4	4	4	4	2,83	2	2	2	4	4	4	4	4	4	2,16	2,12				
11483	Aar, unterhalb Burg-Hohenstein, Mündung Lahnbach	D 7	2,94	3	3	3	3	2,65	2	2	2	3	3	3	3	3	3	2,07	2,05	0,22	16,86	2,94	1,9
11485	Palmbach, unterhalb Kettenschwalbach, unterhalb KA Hünstetten/Kettenschwalbach	D 5	3,25	4	4	4	4	2,54	2	2	2	3	3	3	3	3	3	2,09	2,02	0,24	28,88	3,21	5,99
11486	Därsbach, nördl. Ortsrand Laufelselden	D 5	3,44	5	5	5	5	2,65	3	3	3	4	4	4	4	4	4	2,23	2,17	0,14	14,07	3,37	2,11
11149	Weser, oberhalb Lipoldesberg	D 10.2	2,92	3	3	2	2	2,71	2	2	2	3	3	3	3	3	3	1,98	1,99	0,26	26,39	2,96	13,27
10036	Werra, oberhalb Bickershausen, oberhalb Mündung Rautenbach	D 10.1	3,08	3	4	3	3	2,91	3	2	2	4	4	4	4	4	4	2,13	2,10	0,13	2,06	3,08	30,23
10911	Werra bei Widdershausen	D 10.1	3,16	4	4	4	4	2,98	3	3	3	4	4	4	5	5	4	2,15	2,10	0,12	2,61	3,16	34,78
11492	Ulster, Ortslage Hilders	D 5	3,01	3	3	4	4	2,59	2	2	2	3	4	3	3	4	4	2,11	2,03	0,34	34,66	2,71	1,81
10376	Taft, unterhalb Treischfeld, oberhalb KA Soisdorf	D 5	2,99	3	3	4	4	2,55	2	2	2	3	3	3	3	3	3	1,97	2,00	0,17	7,38	2,96	0
11493	Zellersbach, oberhalb Heimbaldshausen, Nähe Nippe	D 5	2,85	3	3	3	4	2,77	3	3	3	4	4	4	4	4	4	2,09	2,09	0,17	4,17	2,85	12,5

Anhang

Tabelle 32 fortgesetzt

MST-ID	MST-Bezeichnung	D-Typ	ÖZKL für T _{rot} nach den unterschiedlichen Trophieindexklassengrenzen					T _{Pfister}	ÖZKL für T _{Pfister} nach den unterschiedlichen Trophieindexklassengrenzen							S _{rot}	S _{Pfister}	D _{FE}	RAS	T _{rot}	H _{Zusamm}		
			T _{rot}	Rott 2006	Rott 2012	Rott NEU/ D5 a)	Rott NEU/ D5 b)		Rott 2012	Rott NEU/ D5 a)	Rott NEU/ D5 b)	Pfister HE lin/ D5 a)	Pfister HE lin/ D5 b)	Pfister HE log/ D5 a)	Pfister HE log/ D5 b)							Pfister O+D	
11516	Giesel, Johannesberg bei Fulda; Nähe Kaisereiche	D 5	3,03	3	3	4	4	2,76	3	3	3	4	4	4	4	4	4	2,08	2,22	0,23	19,62	2,98	5,32
10411	Lüder, Ortsrand Bimbach, unterhalb KA Industriepark Fulda-West	D 7	3,10	3	3	4	4	2,78	2	2	2	4	4	4	4	4	2,12	2,09	0,19	14,34	3,07	4,46	
11521	Rombach, oberhalb Fraucornbach 1	D 5	3,28	4	4	4	4	2,79	3	3	3	4	4	4	4	4	2,15	2,11	0,24	29,57	3,22	6,49	
11522	Schitz, Ortsrand Litzhausen	D 7	3,15	4	4	4	4	2,85	3	3	3	4	4	4	4	4	2,11	2,15	0,20	17,52	3,06	5,91	
11526	Alte Hasel, oberhalb Herstein Nähe Trappennühle	D 6	2,70	2	2	2	2	2,57	2	2	2	2	2	2	2	2	2,03	2,01	0,50	63,42	2,59	-1,32	
10416	Lauter, unterhalb Angersbach	D 7	3,13	3	3	4	4	2,77	2	2	2	4	4	4	4	4	2,10	2,10	0,15	8,51	3,10	5,17	
10418	Schwarzbach, oberhalb Unter-Schwarz 2	D 5	2,91	3	3	4	4	2,65	3	3	3	4	4	4	4	4	2,06	2,05	0,15	3,26	2,91	4,26	
10420	Jossa/Herzberg, unterhalb Hatterode	D 5	3,09	3	3	4	4	2,80	3	3	3	4	4	4	4	4	2,05	2,08	0,28	32,03	3,05	5	
11531	Aula, bei Kleba	D 7	3,00	3	3	3	3	2,69	2	2	2	3	3	3	3	3	2,07	2,06					
11533	Geis, Ortslage Untergeis	D 5	3,20	4	4	4	4	2,74	3	3	3	4	4	4	4	4	2,13	2,11	0,17	13,36	3,15	4,91	
10042	Haune, unterhalb Unterhaune	D 7	2,85	3	3	3	3	2,63	2	2	2	3	3	3	3	3	1,98	2,06	0,21	12,99	2,83	3,64	
10425	Haune, östlich Steinau, Nähe Rupperts-Mühle	D 7	3,11	3	3	4	4	2,76	2	2	2	4	4	4	4	4	2,15	2,10	0,17	9,71	3,07	8,62	
11537	Nässe, oberhalb Rimmels 2	D 5	2,99	3	3	4	4	2,78	3	3	3	4	4	4	4	4	2,17	2,09					
10428	Steinbach, unterhalb Steinbach, oberhalb Mündung Haune, oberhalb KA Burghaus "Im Grund"	D 5	2,87	3	3	3	4	2,66	3	3	3	4	4	4	4	4	2,07	2,06	0,21	12,36	2,82	3,57	
10430	Pfuhgraben, Mündungsbereich	D 5	3,13	3	3	4	4	2,68	3	3	3	4	4	4	4	4	2,07	2,05					
10432	Eitra, Ortsrand Bodes	D 5	2,85	3	3	3	4	2,67	3	3	3	4	4	4	4	4	2,05	2,08	0,25	20,84	2,85	4,76	
10433	Solz, oberhalb Sorga	D 5	3,13	3	3	4	4	2,74	3	3	3	4	4	4	4	4	2,11	2,07	0,16	9,51	3,11	5,63	
10436	Uffe, Mündungsbereich	D 5	3,22	4	4	4	4	2,74	3	3	3	4	4	4	4	4	2,13	2,09					
10483	Grenzbach, Ortslage Niedergrenzbach	D 5	3,02	3	3	4	4	2,87	3	3	3	4	4	4	4	4	2,13	2,19	0,25	23,41	2,98	5,93	
10484	Grenzbach, oberhalb Obergrenzbach	D 5	3,44	5	5	5	5	3,08	3	4	4	5	5	5	5	5	2,22	2,32	0,17	18,53	3,34	10,45	
10487	Gers, südlich Michelsberg, Nähe Teichwesen	D 5	3,10	3	3	4	4	2,71	3	3	3	4	4	4	4	4	2,11	2,09	0,15	7,4	3,08	7,1	
11600	Wälze-Bach, unterhalb Braunau	D 5	2,88	3	3	4	4	2,73	3	3	3	4	4	4	4	4	2,05	2,06	0,24	18,73	2,83	4,55	
11199	Olmes, zw. Trockenerfurth und Borkener See, oberhalb KA Trockenerfurth	D 5	2,99	3	3	4	4	2,58	2	2	2	3	3	3	3	3	2,07	2,06	0,26	25,14	2,91	2,37	
11603	Elze, unterhalb Hebel, Nähe Wüstung Helderhausen	D 7	3,08	3	3	4	4	2,76	2	2	2	4	4	4	4	4	2,14	2,08	0,17	9,66	3,05	3,95	
11604	Elze, unterhalb Remsfeld, bei Reibehausen	D 5	3,02	3	3	4	4	2,74	3	3	3	4	4	4	4	4	2,10	2,08					
10498	Ems, unterhalb Wehren und Doria	D 5	3,24	4	4	4	4	2,88	3	4	4	4	4	4	5	4	2,23	2,28	0,16	12,77	3,23	10,48	
11609	Ems, oberhalb Böddiger 2	D 7	3,22	4	4	4	4	2,84	2	2	2	4	4	4	4	4	2,19	2,14	0,18	15,65	3,20	9,09	
11614	Baura, Ortslage Guttershausen	D 5	3,24	4	4	4	4	2,98	3	4	4	5	5	5	5	4	2,26	2,17	0,13	7,46	3,22	16,91	
10508	Älme, bei Kassel-Niederveilmar	D 5	2,90	3	3	4	4	2,71	3	3	3	4	4	4	4	4	2,09	2,10	0,33	37,2	2,86	4,65	
10510	WICHTIG: MESSSTELLE INAKTIVIERT	D 7	3,06	3	3	3	3	2,65	2	2	2	3	3	3	3	3	2,15	2,08	0,21	17,76	3,05	4,35	
11620	Osterbach, Ortsrand Knickbach, Mündung, unterh. Mündung Krumm-Bach	D 5	3,02	3	3	4	4	2,79	3	3	3	4	4	4	4	4	2,09	2,09	0,24	22,44	2,98	5,42	
11226	Diemel, oberhalb Haueda	D 10.1	2,78	2	3	2	2	2,67	2	2	2	3	3	3	3	3	2,07	2,07	0,41	52,22	2,81	-1,96	
11623	Diemel, Ortsrand Wrexen, Nähe Mündung Orpe	D 9.2	2,76	2	3	2	2	2,67	3	2	2	3	3	3	3	3	2,06	2,07					
10516	Itter, unterhalb Willingen	D 5	2,72	3	3	3	3	2,52	2	2	2	3	3	3	3	3	2,01	1,99	0,44	53,9	2,70	-4,55	
11628	Rhene, oberhalb Adorf, Nähe Kahlenberg	D 5	2,81	3	3	3	3	2,70	3	3	3	4	4	4	4	4	2,09	2,09	0,41	46,4	2,60	2,3	
11627	Twiste, unterh. Volkmarshen, oberh. Raikesberg	D 7	3,03	3	3	3	3	2,77	2	2	2	4	4	4	4	4	2,15	2,12					
10522	Twiste, Nähe Ortsrand Volkmarshen	D 7	3,03	3	3	3	3	2,74	2	2	2	4	4	4	3	3	2,09	2,15					
11629	Erpe, östlich Volkmarshen	D 7	2,72	2	2	2	2	2,62	2	2	2	3	3	3	3	3	2,06	2,06	0,32	31,31	2,71	0	
11635	Alster, oberhalb Lamerden	D 8.1	2,77	2	2	2	2	2,76	2	2	2	3	3	3	3	3	2,09	2,05	0,45	56,52	2,69	5,26	
10525	Lempe, bei Hofgeismar	D 5	3,11	3	3	4	4	2,77	3	3	3	4	4	4	4	4	2,16	2,18					
11421	Asphe, oberhalb Amönau	D 5	2,97	3	3	4	4	2,72	3	3	3	4	4	4	4	4	2,10	2,08	0,36	41,57	2,84	9,72	
11429	Ohm, zw. Colbe und Bürgeln, Nähe Bernsdorfer Kuppe	D 7	3,11	3	3	4	4	2,78	2	2	2	4	4	4	4	4	2,17	2,15	0,18	13,71	3,11	5	
10303	Felda, unterhalb Köddingen	D 6	2,85	3	3	3	3	2,66	2	2	2	3	3	3	3	3	2,11	2,10	0,27	26,21	2,89	6,02	
10308	Alte Ohm, westlich zw. Rüdighaus und Schweinsberg	D 5	3,10	3	3	4	4	2,67	3	3	3	4	4	4	4	4	2,15	2,09	0,18	11,81	3,07	3,32	
11427	Klein, unterhalb Kirtorf, zw. Mündung Hafferbach und Laubach	D 5	3,14	3	3	4	4	2,46	2	2	2	2	2	2	2	3	2,04	2,00	0,19	15,13	3,11	1,23	
11404	Wisper, oberhalb Lorch am Rhein, Nähe Mündung Ranselbach	D 7	2,63	2	2	2	2	2,51	2	2	2	2	2	2	2	2	2,04	2,01	0,45	54,34	2,63	1,82	
11405	Lahn, unterhalb Limburg-Staffel	D 10.1	2,98	3	3	3	3	2,86	3	2	2	4	4	4	4	4	2,05	2,10	0,32	38,8	3,00	15,26	
11406	Lahn, Marburg-Colbe, oberhalb Mündung Ohm	D 7	3,37	5	5	4	4	3,10	3	4	4	5	5	5	5	4	2,21	2,27	0,12	6,12	3,26	11,5	
11409	Lahn, Ortsrand Altschhausen, oberhalb Fabrik, Schleusenhaus	D 10.1	3,15	4	4	4	4	2,84	3	2	2	4	4	4	4	4	2,18	2,18	0,31	38,73	3,07	10,99	
11411	Lahn, Ortsrand Atzbach, oberhalb KA/WWE Dortlar	D 10.1	3,16	4	4	4	4	2,83	3	2	2	4	4	4	4	4	2,13	2,11	0,26	29,73	3,09	8,9	
11412	Lahn, bei Dutenhofen, unterhalb Dutenhofener See	D 10.1	3,04	3	3	3	3	2,85	3	2	2	4	4	4	4	4	2,15	2,14	0,21	21,21	3,19	10,87	
11413	Lahn, unterhalb Gießen, unterhalb KA Gießen	D 10.1	3,22	4	4	4	4	2,83	3	2	2	4	4	4	4	4	2,25	2,13	0,19	19,69	3,24	9,9	
10297	Wetschaft, Nähe südlicher Ortsrand Ernsthäusen	D 5	2,46	2	2	2	2	2,54	2	2	2	3	3	3	3	3	1,57	1,84	0,28	18,23	2,51	-1,22	
11430	Wohra, südlicher Ortsrand Gemünden	D 7	3,11	3	3	4	4	2,67	2	2	2	3	3	3	3	3	2,10	2,09	0,25	25,25	2,99	4,52	
10312	Bentrfell, unterhalb Rosenthal, oberhalb KA	D 5	2,85	3	3	3	4	2,63	2	2	2	4	4	4	4	4	2,05	2,07	0,27	21,56	2,75	3,76	
10313	Josbach, zw. Halsdorf und Josbach, Nähe Niedlingsmühle	D 5	3,25	4	4	4	4	2,78	3	3	3	4	4	4	4	4	2,16	2,13	0,16	12,95	3,23	4,72	
11435	Wadebach, unterhalb Albshausen 1	D 5	3,06	3	3	4	4	2,67	3	3	3	4	4	4	4	4	2,09	2,07	0,17	9,01	3,04	6,62	
11437	ChemieMST Manenbach, Kirchhain-Grosseseeheim	D 5	3,14	3	3	4	4	2,70	3	3	3	4											

Anhang

Tabelle 32 fortgesetzt

MST-ID	MST-Bezeichnung	D-Typ	T _{hoch}	ÖZKL für T _{hoch} nach den unterschiedlichen Trophieindexklassengrenzen				T _{flusser}	ÖZKL für T _{flusser} nach den unterschiedlichen Trophieindexklassengrenzen							S _{flusser}	S _{flusser}	D _{flusser}	RAS	T _{hoch}	H _{flusser}	
				Rott 2006	Rott 2012	Rott NEU/ D5 a)	Rott NEU/ D5 b)		Rott 2012	Rott NEU/ D5 a)	Rott NEU/ D5 b)	Pfister HE lin/ D5 a)	Pfister HE lin/ D5 b)	Pfister HE log/ D5 a)	Pfister HE log/ D5 b)							Pfister O+D
11578	ChemieMST Werbe, Waldeck-Nieder-Werbe	D5	2,81	3	3	3	3	2,72	3	3	3	4	4	4	4	4	2,09	2,09	0,34	34,43	2,67	2,38
11575	ChemieMST Aseibach, Voehl - Aseil	D5	2,74	3	3	3	3	2,62	2	2	2	4	4	4	4	4	2,03	2,03	0,37	41,11	2,73	0
11571	ChemieMST Itter, Voehl - Herzhausen	D5	2,91	3	3	4	4	2,69	3	3	3	4	4	4	4	4	2,02	2,06	0,33	34,35	2,77	5,13
11569	ChemieMST Lorfe, Voehl - Schmittlotheim	D5	2,68	3	3	3	3	2,57	2	2	2	3	3	3	3	3	1,97	2,02	0,35	34,38	2,64	0
11636	ChemieMST Alster, Liebenau - Lamerden	D 8.1	3,21	4	4	3	3	2,97	3	3	3	4	4	4	4	4	2,12	2,20	0,19	18,91	3,20	6,25
11225	Diemel, oberhalb Hauenda	D 10.1	2,81	2	2	2	2	2,64	2	2	2	2	2	2	2	2	2,06	2,04	0,49	66,43	2,79	5,45
11624	ChemieMST Itter, Diemelsee - Stormbruch	D5	2,58	2	2	2	2	1,90	2	2	2	1	1	1	1	1	1,90	1,84	0,45	51,45	2,53	0
11630	ChemieMST Erpe, Volkmarren	D7	3,05	3	3	3	3	2,66	2	2	2	3	3	3	3	3	1,96	2,04				
11563	ChemieMST Lengebach, Voehl - Ederbringhausen	D5	2,80	3	3	3	3	2,69	3	3	3	4	4	4	4	4	2,06	2,07	0,27	23,52	2,79	0
10457	Ofte, unterhalb Neukirchen, oberhalb KA	D5	2,91	3	3	4	4	2,64	2	2	2	4	4	4	4	4	2,16	2,13	0,44	60,58	2,89	0
11565	ChemieMST Aar, Lichtenfels - Dalwigkthal	D7	2,81	2	2	2	2	2,70	2	2	2	3	3	3	3	3	2,09	2,09	0,42	47,93	2,62	2,88
11628	ChemieMST Twiste, Volkmarren	D7	2,85	3	3	3	3	2,65	2	2	2	3	3	3	3	3	2,07	2,06	0,17	4,21	2,84	2,04
11554	Eder, oberhalb Niedermöllrich, Nähe Kieswerk	D 10.1	2,66	2	2	2	2	2,65	2	2	2	2	2	2	2	2	1,82	2,09				
11585	ChemieMST Elbe, Fritzzlar - Gaismar	D7	2,90	3	3	3	3	2,68	2	2	2	3	3	3	3	3	2,01	2,05	0,23	17,46	2,88	0
11582	ChemieMST Wesebach, Edortal - Giflitz	D5	2,87	3	3	3	4	2,65	3	3	3	4	4	4	4	4	2,09	2,07	0,26	20,13	2,78	6,14
11584	ChemieMST Wilde, Bad Wilkungen - Wega	D5	2,81	3	3	3	3	2,70	3	3	3	4	4	4	4	4	2,08	2,08	0,26	21,66	2,80	4,88
11579	ChemieMST Reiherbach, Waldeck - Nieder-Werbe	D5	2,84	3	3	3	4	2,68	3	3	3	4	4	4	4	4	2,07	2,06	0,18	6,28	2,86	0
11567	ChemieMST Heimbach, Lichtenfels - Fuerstenberg	D5	2,66	3	3	3	3	2,68	3	3	3	4	4	4	4	4	2,08	2,05	0,46	55,44	2,62	0
11564	Orke, oberhalb Mündung Heimbach	D7	2,77	2	2	2	2	2,70	2	2	2	3	3	3	3	3	2,06	2,07	0,32	32,56	2,76	2,41
10035	ChemieMST Weser, Bad Karlshafen (km 44) - linkes Ufer	D 10.2	3,03	3	3	3	3	2,78	2	2	2	3	3	3	3	3	2,09	2,00				
11637	ChemieMST Esse, Trandeburg - Stammen	D7	2,80	2	2	2	2	2,67	2	2	2	3	3	3	3	3	2,07	2,05	0,29	27,51	2,83	0
11627	Twiste, unterhalb Volkmarren, oberhalb Ralekeberg	D7	2,67	2	2	2	2	2,72	2	2	2	3	3	3	3	3	2,09	2,09	0,43	51,51	2,67	4,35
11608	ChemieMST Ems, Fritzzlar - Werkel	D7	2,81	2	2	2	2	2,70	2	2	2	3	3	3	3	3	2,07	2,08	0,23	15,31	2,81	0
11610	ChemieMST Ems, Felsberg - Boeddiger	D7	2,61	2	2	2	2	2,71	2	2	2	3	3	3	3	3	2,10	2,04	0,51	67,16	2,62	0
11189	ChemieMST Schwalm, Felsberg - Lohre (Felsberg-Altenburg)	D 10.1	2,84	2	3	2	2	2,71	2	2	2	3	3	3	3	3	2,07	2,06	0,44	57,63	2,84	1,87
11587	ChemieMST Schwalm, Borken (Hessen) - Kerstenhausen	D7	3,68	5	5	5	5	3,23	4	4	4	5	5	5	5	5	2,28	2,46	0,05	1,84	3,58	22,5
11601	ChemieMST Waetas - Bach, Bad Zwesten - Zwesten	D5	2,75	3	3	3	3	2,74	3	3	3	4	4	4	4	4	2,08	2,10	0,36	39,3	2,76	3,13
11561	ChemieMST Nufne, Frankenberg (Eder)	D7	2,97	3	3	3	3	2,72	2	2	2	3	3	3	3	3	2,08	2,13	0,21	19,7	3,09	7,38
11558	ChemieMST Nemphe, Frankenberg	D5	3,15	4	4	4	4	2,59	2	2	2	3	3	3	3	3	2,13	2,09	0,19	16,78	3,15	2,99
10452	Elbrighäuserbach, südlich Neufudwigsdorf	D5	1,74	1	1	1	1	1,24	1	1	1	1	1	1	1	1	1,63	1,62	0,48	35,15	1,73	1,41
11597	ChemieMST Gers, Schwalmstadt-Allendorf/Sch.	D5	2,86	3	3	3	4	2,43	2	2	2	2	2	2	2	2	2,06	2,01	0,20	11,75	2,86	1,65
11595	ChemieMST Grenzzebach, Schwalmstadt - Niedergrenzzebach	D5	2,87	3	3	3	4	2,78	3	3	3	4	4	4	4	4	2,12	2,13	0,25	25,71	3,01	6,84
11593	ChemieMST Grenff, Willingshausen-Loshausen	D5	3,24	4	4	4	4	2,77	3	3	3	4	4	4	4	4	2,17	2,16				
10478	Obere Antrieff, nördl. Ortsrand Strebendorf	D6	2,89	3	3	3	3	2,61	2	2	2	3	3	3	3	3	2,02	2,07	0,36	43,8	2,91	3,83
10475	Antrieff, unterh. Strebendorf, Nähe Steinhorst	D6	2,72	2	2	2	2	2,49	2	2	2	2	2	2	2	2	1,98	2,00	0,39	43,33	2,67	5
11590	ChemieMST Schwalm, Alsfeld	D6	3,11	3	3	4	4	2,94	3	3	3	4	4	4	4	4	2,15	2,23				
10472	Berfa, unterhalb Elberndorf 3	D5	3,43	5	5	5	5	2,74	3	3	3	4	4	4	4	4	2,26	2,19	0,17	20,14	3,39	3,76
11527	ChemieMST Lauter, Lauterbach	D7	2,79	2	2	2	2	2,74	2	2	2	4	4	4	4	4	2,07	2,09	0,29	28,14	2,79	2,8
11523	ChemieMST Schlitz, Herbstien-Stockhausen	D6	2,88	3	3	3	3	2,64	2	2	2	3	3	3	3	3	2,04	2,06	0,21	13,81	2,86	5,11
11518	ChemieMST Lueder, Grossenlueder-Luetter	D7	3,00	3	3	3	3	2,75	2	2	2	4	4	4	4	4	2,06	2,11	0,24	22,65	3,02	5,56
11517	ChemieMST Giesel, Fulda - Johannsberg	D5	3,39	5	5	4	5	2,80	3	3	3	4	4	4	4	4	2,23	2,24	0,16	15,86	3,30	11,35
11514	ChemieMST Fliede, Fulda - Bronnzell	D7	3,25	4	4	4	4	2,70	2	2	2	3	3	3	3	3	2,17	2,08	0,19	17,86	3,21	14,77
11508	ChemieMST Fulda, Fulda - Bronnzell	D7	2,84	2	2	2	2	2,73	2	2	2	3	3	3	3	3	2,09	2,08	0,25	19,44	2,79	5,26
11535	ChemieMST Hauns, Petersberg-Steinhausen	D7	2,84	2	2	2	2	2,70	2	2	2	3	3	3	3	3	2,07	2,07	0,24	19,19	2,84	3,85
11490	Uster, unterhalb Mündung Schuppenbach	D7	2,75	2	2	2	2	2,55	2	2	2	2	2	2	2	2	2,03	1,99	0,36	38,05	2,71	6,63
11511	ChemieMST Fulda, Gutshagen	D 10.1	2,66	2	2	2	2	2,68	2	2	2	3	3	3	3	3	2,04	2,05	0,44	52,84	2,56	6,9
11503	ChemieMST Gelster, Wuzhausen	D9.1	2,82	3	3	2	2	2,69	3	2	2	3	3	3	3	3	2,09	2,09	0,45	60,12	2,81	2,9
12005	Unterhalb KLA Soisdorf	D5	2,84	3	3	3	4	2,70	3	3	3	4	4	4	4	4	2,06	2,08	0,21	12,41	2,82	2,33
11498	Chemie MST Wehre, Eschwege-Niederhone	D9.2	2,83	2	3	2	2	2,70	3	2	2	3	3	3	3	3	2,06	2,07	0,42	53,31	2,81	2,3
10381	Weihe, unterhalb Richelsdorf	D9.1	3,45	5	5	4	4	3,12	3	4	4	5	5	5	5	5	2,79	2,09	0,11	4,8	3,26	40,4
11155	Chemie MST Werra Letzter Heller	D 10.1	3,14	3	4	4	4	2,97	3	3	3	4	4	4	4	4	2,15	2,10	0,11	0,82	3,15	41,46
11489	Chemie MST Werra, Heringen-Widdershausen	D 10.1	3,21	4	4	4	4	3,02	3	3	3	5	5	5	5	5	2,17	2,11	0,10	1	3,22	44,93
11493	Zellersbach, oberhalb Heimbaldshausen, Nähe Nippe	D5	2,84	3	3	3	4	2,77	3	3	3	4	4	4	4	4	2,10	2,09	0,20	11	2,83	3,85
11602	ChemieMST Olmes, Borken	D5	2,81	3	3	3	3	2,53	2	2	2	3	3	3	3	3	2,06	2,02	0,17	4,31	2,82	5,48
11605	ChemieMST Elze, Wabern - Unshausen	D7	3,11	3	3	4	4	2,74	2	2	2	4	4	4	4	4	2,09	2,06	0,23	22,88	3,08	3,29
10484	Grenzzebach, oberhalb Obergrenzebach	D5	3,20	4	4	4	4	2,75	3	3	3	4	4	4	4	4	2,11	2,11	0,17	10,33	3,05	10,14
11530	ChemieMST Aula, Niederaula	D7	2,90	3	3	3	3	2,76	2	2	2	4	4	4	4	4	1,99	2,08				
11529	ChemieMST Jossa, Niederaula-Niederjossa	D7	2,84	2	2	2	2															

Anhang

Tabelle 32 fortgesetzt

MST-ID	MST-Bezeichnung	D-Typ	ÖZKL für T _{rot} nach den unterschiedlichen Trophieindexklassengrenzen					T _{Pfister}	ÖZKL für T _{Pfister} nach den unterschiedlichen Trophieindexklassengrenzen							S _{rot}	S _{Pfister}	D _{Fe}	RAS	T _{rot}	H _{Zusamm}
			T _{rot}	Rott 2006	Rott 2012	Rott NEU/ D5 a)	Rott NEU/ D5 b)		Rott 2012	Rott NEU/ D5 a)	Rott NEU/ D5 b)	Pfister HE lin/ D5 a)	Pfister HE lin/ D5 b)	Pfister HE log/ D5 a)	Pfister HE log/ D5 b)						
10528	Henenschäuser Bach, unterhalb Bahn	D 8.1	2,84	2	2	2	2	2,71	2	2	2	3	3	3	3	2,08	2,09	0,43	54,66	2,80	3,81
11495	Bach aus Pferdebach, unterh. Willershausen	D 8.1	2,75	2	2	2	2,43	1	1	1	1	1	1	1	2	2,03	2,00	0,58	77,45	2,55	0
11631	Welda, unterhalb Hörle 1	D 9.1	2,94	3	3	3	2,69	3	2	2	3	3	3	3	3	2,04	2,04	0,41	51,28	2,81	0
11632	Calenberger Bach, unterhalb Wettesingen	D 9.1	2,70	3	3	2	2,33	3	2	2	2	2	2	2	2	1,97	1,94	0,39	44,47	2,69	0
11497	Gatterbach, oberhalb Warfried 1	D 9.1	2,79	3	3	2	2,54	3	2	2	2	2	2	2	2	2,05	1,99	0,64	82,9	2,31	2,7
10383	Nesse, oberhalb Wimmen	D 9.1	2,75	3	3	2	2,68	3	2	2	3	3	3	3	3	2,09	2,08	0,48	62,94	2,70	5,19
10388	Rambach, oberhalb Rambach	D 9.1	2,82	3	3	2	2,67	3	2	2	3	3	3	3	3	2,07	2,06	0,43	54,03	2,79	2,56
11496	Schlierbach, oberhalb Völkershausen, Nähe Obermühle	D 9.1	2,83	3	3	2	2,64	3	2	2	3	3	3	3	3	2,06	2,06	0,42	51,83	2,77	3,96
10924	Frieda, oberhalb Werra/Frieda	D 9.2	2,84	2	3	2	2,64	3	2	2	2	2	2	2	3	2,03	2,02	0,36	41,22	2,79	0
10391	Kellaerbach, oberhalb Schwabda, Nähe Schloß Wolfsbrunn	D 9.1	2,78	3	3	2	2,71	3	2	2	3	3	3	3	3	2,09	2,09	0,45	57,94	2,77	0
10394	Leimbach, oberhalb Reichensachsen, Nähe Langenhäuser Straße	D 9.1	2,77	3	3	2	2,42	3	2	2	2	2	2	2	2	2,05	2,00	0,42	49,67	2,67	2,82
11499	Wehre, unterhalb Oetmannshausen	D 9.2	3,02	3	3	3	2,70	3	2	2	3	3	3	3	3	2,13	2,09	0,31	36,08	3,01	3,51
11500	Vierbach, bei Reichensachsen	D 9.1	2,72	3	3	2	2,56	3	2	2	2	2	2	2	3	2,05	2,03	0,38	41,94	2,70	1,08
11501	Schweinsbach, bei Eilmannshausen untere Berka,	D 9.1	2,79	3	3	2	2,65	3	2	2	3	3	3	3	3	2,00	2,03	0,37	41,28	2,72	3,42
10397	zw. Schanze und auf der Sommerleite	D 9.1	2,84	3	3	2	2,64	3	2	2	3	3	3	3	3	2,09	2,07	0,42	51,82	2,74	3,42
10399	obere Berka, oberhalb Frankershausen	D 9.1	2,82	3	3	2	2,70	3	2	2	3	3	3	3	3	2,10	2,09	0,55	73,58	2,63	3,23
10400	Kupferbach, unterhalb Abterode	D 9.1	2,82	3	3	2	2,72	3	2	2	3	3	3	3	3	2,11	2,10	0,47	61,02	2,72	2,82
10401	Alte Hainsbach, oberhalb Allendorf	D 9.1	2,78	3	3	2	2,58	3	2	2	2	2	2	2	3	2,05	2,04	0,41	50,59	2,77	6,45
11502	Obernieder Bach, oberhalb Oberrieden	D 9.1	2,72	3	3	2	2,59	3	2	2	2	2	2	2	3	2,05	2,04				
11504	Wilhelmshäuser Bach, Mündungsbereich	D 9.1	2,64	2	3	2	2,32	3	2	2	2	2	2	2	2	1,98	1,95	0,48	58,46	2,56	3,75
11505	Hungershäuserbach, Nähe Ortsrand Ermschwerd	D 9.1	2,76	3	3	2	2,52	3	2	2	2	2	2	2	2	2,05	2,02	0,42	51,65	2,74	2,35
10519	Orpe, unterhalb Oppehald	D 5	2,76	3	3	3	2,36	2	2	2	2	2	2	2	2	2,03	1,99	0,29	21,06	2,59	2,38
10521	Twiste, oberhalb Braunsen	D 7	2,87	3	3	3	2,63	2	2	2	3	3	3	3	3	2,04	2,05	0,19	8,38	2,84	5,56
11634	Warme, Höhe Liebenau	D 7	2,82	2	2	2	2,66	2	2	2	3	3	3	3	3	2,05	2,06	0,22	10,87	2,74	2,3
10526	Forellenbach, nördlich Deisel	D 5	2,46	2	2	2	2,61	2	2	2	3	4	3	4	4	2,08	1,85	0,43	46,26	2,45	0
10527	Holzape, oberhalb Wilmersen	D 5	2,70	3	3	3	2,78	1	1	1	1	1	1	1	1	2,18	1,82	0,30	25,49	2,69	2,73
11491	Ulster, oberhalb Mündung Scheppenbach	D 5	2,68	3	3	3	2,25	2	2	2	2	2	2	2	2	2,01	1,95	0,46	51,81	2,44	6,93
10375	Wied, westlich Hundsbach, Nähe Herdathurm	D 5	2,85	3	3	3	2,63	2	2	2	4	4	4	4	4	2,06	2,04	0,40	44,47	2,62	3,17
11494	Herfbach, oberhalb Wölfershausen	D 5	2,89	3	3	4	2,55	2	2	2	3	3	3	3	3	2,03	2,02				
10380	Schwarzer Graben, Mündungsbereich	D 5	3,33	4	4	4	2,80	3	3	3	4	4	4	4	4	2,19	2,20	0,34	50,12	3,27	-1,44
10387	Heldrabad, oberhalb Heldra	D 5	2,82	3	3	3	2,68	3	3	3	4	4	4	4	4	2,08	2,09	0,26	19,68	2,77	2,3
10495	Rautenbach, Ortsrand Bickershausen	D 5	2,71	3	3	3	2,52	2	2	2	3	3	3	3	3	2,06	2,03	0,31	28,19	2,70	7,84
10513	Hemelbach, oberhalb Veckerhagen	D 5	2,44	2	2	2	2,91	2	2	2	1	1	2	2	2	1,52	1,63	0,65	73,77	2,12	-16,67
10514	Hessenbeke, unterhalb Heisebeck	D 5	3,33	4	4	4	2,74	3	3	3	4	4	4	4	4	2,22	2,13	0,35	43,91	3,00	4,93
11622	Schwüme, Unterauf	D 9.2	3,08	3	3	3	2,59	3	2	2	2	2	2	2	2	2,14	2,07	0,33	41,05	3,04	6,29
11488	Werra, bei Hedemünden	D 10.1	3,14	3	4	4	2,96	3	2	3	4	4	4	4	4	2,15	2,12	0,11	0,42	3,14	41,38
11513	obere Fliede, unterhalb Rückers, bei Lappensteiner Mühle	D 5	2,74	3	3	3	2,59	2	2	2	3	4	3	3	4	2,05	2,04	0,34	35,25	2,73	2,88
10407	Kressenwasser, oberhalb Schweben	D 5	2,73	3	3	3	2,43	2	2	2	2	2	2	2	3	2,03	1,99	0,35	35,4	2,68	4,65
11515	Kemmete, oberhalb Hauswurz 1	D 6	2,75	2	2	2	2,69	2	2	2	3	3	3	3	3	1,97	2,09	0,50	64,84	2,66	2,86
11519	obere Lüder, oberhalb Blankenau	D 6	2,72	2	2	2	2,69	2	2	2	3	3	3	3	3	2,05	2,08	0,41	49,11	2,69	0,83
10412	Jossa, oberhalb Hosenfeld	D 6	2,86	3	3	3	2,71	2	2	2	3	3	3	3	3	2,11	2,04	0,40	47,72	2,75	4,1
11524	Schitz, oberhalb Strackhausen, oberhalb Mündung Eilersbach	D 6	2,88	3	3	3	2,55	2	2	2	2	2	2	2	3	2,09	2,02	0,32	35,35	2,88	5,3
10450	Lüdenhöferbach, westlich Hatfeld (Eder)	D 5	2,57	2	2	2	2,52	1	1	1	1	1	1	1	1	1,79	1,69	0,52	65,36	2,49	-5,63
11556	Elsolf, bei Hof Burghele Rudolfgrab	D 5	2,55	2	2	2	2,64	1	1	1	1	1	1	1	1	1,82	1,76	0,68	90,41	2,26	-10,45
11557	Riedgraben, nördlich Dodena	D 5	2,53	2	2	2	2,43	1	1	1	1	1	1	1	1	1,70	1,71	0,62	81,1	2,37	-8,05
10453	Linsperbach, oberhalb Allendorf (Eder)	D 5	2,39	2	2	2	2,44	1	1	1	1	1	1	1	1	1,73	1,67	0,47	48,63	2,28	-1,59
10454	Hainerbach, südlicher Ortsrand Haine	D 5	2,63	2	2	2	2,40	2	2	2	2	2	2	2	3	1,98	1,95	0,48	62,67	2,67	-5,41
10455	Goldbach oberhalb Röddenau	D 5	2,57	2	2	2	2,78	1	1	1	1	1	1	1	2	1,88	1,77	0,64	91,21	2,61	0
10458	Nientze oberhalb Mdg.	D 5	2,74	3	3	3	2,40	2	2	2	2	2	2	2	3	2,04	1,98	0,42	47,03	2,55	7,78
11573	Marbeck, oberhalb Dorfitter	D 5	2,66	3	3	3	2,72	3	3	3	4	4	4	4	4	2,08	2,08	0,45	55,52	2,69	0
11577	Barfer - Bach, südwestlich Bringhausen	D 5	2,58	2	2	2	2,79	1	1	1	1	1	1	1	2	1,87	1,79	0,52	68,11	2,63	0
11598	Gisa, unterhalb Gisa, Bischohausen, Nähe Schlagmühle	D 5	2,74	3	3	3	2,67	3	3	3	4	4	4	4	4	2,07	2,06	0,38	43,55	2,73	5,56
11599	Urf, oberhalb Niederurf	D 5	2,74	3	3	3	2,56	2	2	2	3	3	3	3	3	2,05	2,04	0,45	52,66	2,53	5,95
11606	Rhünda, oberhalb Rhünda 1	D 5	2,75	3	3	3	2,63	2	2	2	4	4	4	4	4	2,07	2,05	0,38	43,46	2,72	0
11616	Drusel oberhalb Kassel	D 5	2,83	3	3	3	2,63	2	2	2	4	4	4	4	4	2,10	2,08	0,28	28,6	2,88	6,19
11655	Eder, oberhalb Herzhausen, Nähe Waldnieder	D 10.1	2,88	3	3	2	2,79	3	2	2	4	4	4	4	3	2,09	2,12	0,64	79,11	2,16	7,81
11509	Fulda, unterhalb Eichenzell, bei Löschernod	D 7	2,85	3	3	3	2,64	2	2	2	3	3	3	3	3	2,08	2,05	0,33	34,6	2,76	2,29
10417	Wiesbach, Nähe westlicher Ortsrand Queck	D 5	3,19	4	4	4	2,16	2	2	2	2	2	2	2	2	2,03	1,92	0,32	37,36	2,97	5,04
10429	Rainbach, oberhalb Rotherkirchen	D 5	2,94	3	3	4	2,37	2	2	2	2	2	2	2	2	2,03	1,86	0,28	28,47	2,89	2,42
10431	Rhinbach, Ortsrand Rhina	D 5	2,77	3	3	3	2,23	2													

Anhang

Tabelle 32 fortgesetzt

MST-ID	MST-Bezeichnung	D-Typ	T _{loc}	ÖZKL für T _{loc} nach den unterschiedlichen Trophieindexklassengrenzen				E _{loc}	ÖZKL für T _{fr} nach den unterschiedlichen Trophieindexklassengrenzen								E _{fr}	Berechnung mittels PHYLIB					
				Rott 2006	Rott 2012	Rott NEU/ D5 a)	Rott NEU/ D5 b)		T _{fr} 2012	Rott 2012	Rott NEU/ D5 a)	Rott NEU/ D5 b)	Pfister HE lin/ D5 a)	Pfister HE lin/ D5 b)	Pfister HE log/ D5 a)	Pfister HE log/ D5 b)		Pfister O+D	S _{loc}	S _{fr}	D _{loc}	RAS	T _{loc}
10088	Jossa, unterhalb Sahlensee	D 5	2,81	3	3	3	3	2,41	2	2	2	2	2	2	2	2	3	1,95	1,81	0,45	62,4	2,92	-8,03
10089	Lohrbach, südöstlich Kempfenbrunn 1	D 5	2,99	3	3	4	4	2,71	3	3	3	4	4	4	4	4	4	2,22	2,12	0,45	64,9	3,01	2,88
10117	Hegwaldbach, unterhalb Eppertshausen, unterhalb KA Eppertshausen	D 8.1	3,33	4	4	4	4	2,82	2	2	2	3	3	3	3	3	3	2,07	2,28	0,10	2,97	3,32	3,7
10171	Rodau Obertshausen (renaturierter Bereich) - MST nicht repräsentativ => neue Messstelle ab 2015 bei ID_Gis 53	D 8.1	3,16	4	4	3	3	3,02	3	3	3	4	4	5	5	4	4	2,36	2,35	0,17	14,12	3,18	-0,91
10174	Bieber, unterh. Bieber-Offenbach am Main,	D 8.1	3,36	5	5	4	4	2,65	2	2	2	2	2	2	2	3	2,30	2,06	0,12	5,68	3,23	10	
10195	ChemieMST Biedrichsgraben, Echzell - Gettenau	D 5	3,43	5	5	5	5	2,88	3	4	4	4	4	4	5	4	2,21	2,34	0,14	13,58	3,41	7,53	
10201	ChemieMST Gambach, Muenzenberg - Gambach	D 5	2,80	3	3	3	3	2,76	3	3	3	4	4	4	4	4	2,08	2,08	0,26	20,47	2,80	4,12	
10210	Forbach, Nähe Wiesental	D 5	3,15	4	4	4	4	2,83	3	3	3	4	4	4	4	4	2,17	2,07	0,25	27,27	3,10	4,31	
10211	Forbach, Ortsrand Wiesental	D 5	3,00	3	3	4	4	2,53	2	2	2	3	3	3	3	3	2,08	2,12	0,41	53,72	2,87	-3,96	
10223	Merkenfrizerbach, Nähe Gedern	D 6	3,13	3	3	4	4	2,70	2	2	2	3	3	3	3	3	2,18	2,09	0,18	14,05	3,10	-2,8	
10224	Merkenfrizerbach, oberhalb Gedern	D 6	3,34	4	4	4	4	2,67	2	2	2	3	3	3	3	3	2,11	2,13	0,43	64,11	3,12	-8,2	
10254	ChemieMST Westerbach, Frankfurt am Main - Roedelheim	D 8.1	3,60	5	5	5	5	3,20	4	3	3	5	5	5	5	4	2,46	2,55	0,07	2,81	3,51	7,14	
10276	Salzbach, Wiesbaden-Biebrich, bei MWE Erbenheimer Weg	D 5	2,72	3	3	3	3	2,66	3	3	3	4	4	4	4	4	2,07	2,06	0,38	44,17	2,75	0	
10301	Felda, unterhalb Köddingen, 2	D 6	2,96	3	3	3	3	2,67	2	2	2	3	3	3	3	3	2,05	2,10	0,47	63,64	2,82	0	
10304	Felda, Ortsrand Köddingen	D 6	2,95	3	3	3	3	2,80	2	2	2	4	4	4	4	4	2,11	2,12	0,27	26,63	2,95	3,19	
10337	Wetzbach, oberhalb Ortslage Nauborn, in Höhe Einmündung Seitengewässer	D 5	3,12	3	3	4	4	2,79	3	3	3	4	4	4	4	4	2,18	2,00	0,20	32,24	3,09	9,02	
11377	ChemieMST Nidder, Ortenberg - Lissberg (HE_2486.4)	D 7	3,07	3	3	3	3	2,87	3	3	3	4	4	4	4	4	2,19	2,18	0,28	32,34	3,05	6,36	
11378	ChemieMST Bleichenbach, Ortenberg - Usenborn	D 5	3,18	4	4	4	4	2,92	3	4	4	4	5	5	5	4	2,21	2,20	0,20	21,23	3,22	9,87	
11379	ChemieMST Bleichenbach, Ortenberg - Bleichenbach (HE248641.1)	D 5	3,17	4	4	4	4	2,92	3	4	4	4	5	5	5	4	2,20	2,20	0,26	31,1	3,17	12,4	
11382	ChemieMST Seemenbach, Buedingen - Rinderbuegen	D 6	3,08	3	3	4	4	2,62	2	2	2	3	3	3	3	3	2,14	2,12	0,17	10,35	3,08	0	
11384	ChemieMST Wolfsbach, Buedingen, ChemieMST unterhalb KA	D 5	3,25	4	4	4	4	2,81	3	3	3	4	4	4	4	4	2,24	2,19	0,30	40,14	3,18	6,98	
11385	ChemieMST Krebsbach, Nidderau - Heidenbergen	D 5	3,34	4	4	4	5	2,83	3	3	3	4	4	4	4	4	2,22	2,21	0,22	26,52	3,29	1,92	
11387	ChemieMST Eschbach, Frankfurt am Main - Harheim	D 8.1	3,25	4	4	3	3	2,81	2	2	2	3	3	3	3	3	2,13	2,17	0,19	17,87	3,19	7,07	
11388	Eschbach, Nieder-Eschbach, Mündung Mühlgraben	D 5	3,18	4	4	4	4	2,92	3	4	4	4	5	5	5	4	2,14	2,23	0,26	33,34	3,24	5,96	
11389	ChemieMST Urseibach, Frankfurt am Main - Heddenheim	D 8.1	2,97	3	3	3	3	2,80	2	2	2	3	3	3	3	3	2,15	2,15	0,33	37,1	2,87	7,96	
11391	ChemieMST Sulzbach, Frankfurt am Main - Sossenheim	D 8.1	3,37	5	5	4	4	2,82	2	2	2	3	3	3	3	3	2,24	2,19	0,15	13,37	3,31	10,57	
11394	ChemieMST Schwarzbach, Hattersheim am Main - Okrifel	D 8.2	2,98	3	3	3	3	2,81	2	2	2	3	3	3	3	3	2,13	2,12	0,34	42,89	2,98	2,27	
11395	ChemieMST Schwarzbach, Hofheim am Taunus	D 7	3,23	4	4	4	4	2,82	2	2	2	4	4	4	4	4	2,14	2,12	0,18	16,75	3,23	10,17	
11408	Lahn, oberhalb Oranienstein, Nähe Herrenwiese	D 10.1	3,30	4	4	4	4	3,02	3	3	3	5	5	5	5	4	2,09	2,22	0,16	14,75	3,26	4,44	
11410	ChemisMST Lahn, Oberbiefel, Messstation	D 10.1	3,47	5	5	4	4	3,13	4	4	4	5	5	5	5	4	2,29	2,36	0,16	19,42	3,42	4,44	
11411	Lahn, Ortsrand Atzbach, oberhalb KA/MWE Dorlar	D 10.1	3,21	4	4	4	4	2,96	3	2	3	4	4	4	4	4	2,25	2,27	0,29	35,68	3,11	8,7	
11413	Lahn, unterhalb Gießen, unterhalb KA Gießen	D 10.1	3,22	4	4	4	4	2,77	3	2	2	4	4	4	4	3	2,19	2,08	0,14	14,19	3,54	3,17	
11414	ChemieMST Lahn, Lollar	D 10.1	3,40	5	5	4	4	3,08	4	3	3	5	5	5	5	4	2,23	2,28	0,15	14,59	3,35	8,09	
11419	ChemieMST Wetschaft, Wetter (Hessen) - Amoenau	D 5	2,70	3	3	3	3	2,53	2	2	2	3	3	3	3	3	2,01	2,02	0,21	7,73	2,70	12,36	
11422	ChemieMST Asphe, Wetter (Hessen) - Amoenau	D 5	3,00	3	3	4	4	2,78	3	3	3	4	4	4	4	4	2,13	2,11	0,34	42,68	3,00	1,85	
11424	ChemieMST Ohm, Coelbe - Bernsdorf, Muendung	D 7	3,04	3	3	3	3	2,80	2	2	2	4	4	4	4	4	2,13	2,21	0,28	28,7	2,89	3,43	
11426	ChemieMST Rulfbach, Amoeneburg, oberhalb Muendung in Alte	D 5	3,21	4	4	4	4	2,86	3	3	3	4	4	4	4	4	2,21	2,20	0,20	19,33	3,18	7,38	
11428	ChemieMST Klein, Stadtallendorf - Niederlein	D 5	3,28	4	4	4	4	2,72	3	3	3	4	4	4	4	4	2,16	2,12	0,17	15,26	3,26	6,04	
11429	ChemieMST Wohra, Wohrat - Wohra	D 7	3,11	3	3	4	4	2,79	2	2	2	4	4	4	4	4	2,25	2,22	0,21	19,83	3,10	2,94	
11432	ChemieMST Bentrif, Wohrat - Wohra	D 5	3,09	3	3	4	4	2,71	3	3	3	4	4	4	4	4	2,21	2,17	0,21	21,17	3,09	6,34	
11433	ChemieMST Josbach, Wohrat - Halsdorf	D 5	3,31	4	4	4	4	2,83	3	3	3	4	4	4	4	4	2,32	2,23	0,23	25,38	3,19	11,3	
11434	ChemieMST Wadbach, Wohrat - Halsdorf	D 5	3,26	4	4	4	4	2,81	3	3	3	4	4	4	4	4	2,31	2,24	0,24	29,31	3,25	3,57	
11437	ChemieMST Marienbach, Kirchhain-Grossseeheim	D 5	3,00	3	3	4	4	2,89	3	4	4	4	5	4	5	4	2,27	2,22	0,31	36,43	2,99	8,33	
11438	ChemieMST Rotes Wasser, Coelbe - Buergehn	D 5	3,39	5	5	4	5	2,78	3	3	3	4	4	4	4	4	2,26	2,19	0,23	27,62	3,24	2,04	
11441	ChemieMST Allna, Weimar - Argenstein	D 5	3,11	3	3	4	4	2,77	3	3	3	4	4	4	4	4	2,11	2,14	0,21	19,47	3,10	2,02	
11442	ChemieMST Wenkbach, Weimar - Roth	D 5	3,12	3	3	4	4	2,79	3	3	3	4	4	4	4	4	2,10	2,18	0,16	9,63	3,13	11,11	
11443	ChemieMST Zwerster Ohm, Fronhausen - Hassenhause	D 5	3,04	3	3	4	4	2,72	3	3	3	4	4	4	4	4	2,14	2,09	0,20	16,31	3,02	7,58	
10351	Ulmbach, unterhalb Wallendorf, 3	D 5	2,94	3	3	4	4	2,69	3	3	3	4	4	4	4	4	2,09	2,09	0,27	27,25	2,94	6,34	
10353	Ulmbach, Nähe Ortsrand Wallendorf, 2	D 5	3,03	3	3	4	4	2,77	3	3	3	4	4	4	4	4	2,19	2,10	0,32	38,33	2,99	7,26	
10370	Wörsbach, oberhalb Dauborn	D 5	3,19	4	4	4	4	2,72	3	3	3	4	4	4	4	4	2,18	2,14	0,20	19,75	3,18	2,17	
10529	Rhein, km 468,1 - rechtes Ufer, oberhalb Mündung Stockstadt-Ehrfelder-Alt Rhein	D 10.2	3,01	3	3	3	3	2,89	3	2	2	4	4	4	4	3	2,15	2,13	0,30	33,49	2,98	19,86	
10530	Rhein, oberhalb Ginsheim, km 490,5 - rechtes Ufer	D 10.2	2,73	2	2	2	2	2,58	2	1	1	2	2	2	2	2	1,95	2,00	0,30	29,72	2,81	7,64	
10531	Rhein, zwischen Mainz und Wiesbaden, unterhalb Theodor-Heuss-Brücke	D 10.2	3,01	3	3	3	3	2,89	3	2	2	4	4	4	4	3	2,15	2,13	0,30	33,49	2,98	19,86	
10541	Modau, Ortsrand Eberstadt	D 5	2,87	3	3	3	3	2,70	3	3	3	4	4	4	4	4	2,11	2,11	0,35	42,05	2,88	2,04	
10542	Modau, Ortslage Eberstadt	D 5	2,80	3	3	3	3	2,69	3	3	3	4	4	4	4	4	2,07	2,07	0,33	35,36	2,80	3,28	
10545	Modau, Ortsrand Nieder-Ramstadt	D 5	3,05	3	3	4	4	2,76	3	3	3	4	4	4	4								

Anhang

Tabelle 32 fortgesetzt

MST-ID	MST_Bezeichnung	D-Typ	T _{rot}	ÖZKL für T _{rot} nach den unterschiedlichen Trophieindexklassengrenzen					T _{pfister}	ÖZKL für T _{pfister} nach den unterschiedlichen Trophieindexklassengrenzen							S _{rot}	S _{pfister}	D _{EG}	Berechnung mittels PHYLIB		
				Rott 2006	Rott 2012	Rott NEU/ D5 a)	Rott NEU/ D5 b)	Rott NEU/ D5 c)		Rott 2012	Rott NEU/ D5 a)	Rott NEU/ D5 b)	Pfister HE lin/ D5 a)	Pfister HE lin/ D5 b)	Pfister HE log/ D5 a)	Pfister HE log/ D5 b)				Pfister O+D	RAS	T _{rot}
10907	Aar, bei Bleidenstadt 3	D 5	3,42	5	5	5	5	3,05	3	4	4	5	5	5	5	5	2,39	2,23	0,12	10,86	3,40	24,19
10908	Aar, Nähe Ortsrand Wehen 1	D 5	3,22	4	4	4	4	2,74	3	3	3	4	4	4	4	4	2,26	2,17	0,22	24,82	3,19	-1,63
10910	Aar, Nähe Ortsrand Wehen ca. 15 m oberhalb MWE	D 5	3,21	4	4	4	4	2,70	3	3	3	4	4	4	4	4	2,24	2,11	0,23	25,41	3,16	-2,68
11029	ChemieMST Modau, Stockstadt am Rhein, vor Mueundung, nach	D 8.2	3,02	3	3	3	3	2,98	3	3	3	4	4	4	4	4	2,23	2,31	0,24	25,21	3,05	11,72
11034	ChemieMST Landgraben, Trebur, Bruecke L30 12	D 8.1	3,05	3	3	3	3	2,92	2	2	2	4	4	4	4	3	2,28	2,25	0,23	23,5	3,07	20,95
11085	ChemieMST Fallbach, Hanau	D 7	3,13	3	3	4	4	2,86	3	3	3	4	4	4	4	4	2,12	2,08	0,22	22,78	3,14	5,93
11110	ChemieMST Erlenbach, Bad Vilbel	D 8.1	3,13	3	3	3	3	2,75	2	2	2	3	3	3	3	2,20	2,13	0,25	26,98	3,09	5,93	
11295	Rhein-km 450,5 - rechtes Ufer	D 10.2	3,01	3	3	3	3	2,89	3	2	2	4	4	4	4	3	2,15	2,13	0,30	33,49	2,98	19,86
11296	Rhein-km 478,2 - rechtes Ufer	D 10.2	2,86	3	3	2	2	2,57	2	1	1	2	2	2	2	2	2,01	2,01	0,32	36,75	2,91	8,46
11298	Neckar, oberhalb Neckarhausen	D 10.2	2,94	3	3	2	2	2,70	2	2	2	3	3	3	3	3	2,03	2,08	0,29	31,85	2,93	16,03
11300	Maulbeerauer Altrhein, unterh. Zusammenfluss Nordheimer Altrhein und Rinne	D 10.2	3,18	4	4	3	3	2,83	2	2	2	3	3	3	3	3	2,23	2,02	0,19	17,16	3,16	6,84
11301	ChemieMST Rinne, Lampertheim - Hofheim, nach KA vor PW	D 8.1	3,42	5	5	4	4	3,06	3	3	3	4	4	5	5	4	2,29	2,54	0,10	6,38	3,40	17,14
11302	ChemieMST Weschnitz, Birkenau	D 7	3,06	3	3	3	3	2,68	2	2	2	3	3	3	3	3	2,12	2,08	0,28	33,25	3,06	5,11
11308	ChemieMST Modau, Darmstadt - Eberstadt, Pegel	D 5	3,01	3	3	4	4	2,85	3	3	4	4	4	4	4	4	2,16	2,16	0,33	41,72	3,04	6,3
11310	ChemieMST Fanggraben, Biebesheim am Rhein	D 8.1	3,33	4	4	4	4	2,92	2	2	2	4	4	4	4	3	2,33	2,28	0,14	11,66	3,32	14,18
11312	ChemieMST Schwarzbach, Nauheim	D 8.2	2,94	2	2	2	2	2,72	2	2	2	3	3	3	3	3	2,14	2,03	0,21	15,7	2,94	8,87
11313	ChemieMST Schwarzbach, Moerfelden-Walldorf - Moerfelden	D 8.2	3,39	5	5	4	4	3,12	3	3	3	5	5	5	5	4	2,26	2,36	0,16	7,05	3,00	19,62
11314	ChemieMST Apfelbach, Moerfelden-Walldorf - Moerfelden	D 8.1	3,15	4	4	3	3	2,84	2	2	2	3	3	3	3	3	2,17	2,18	0,24	26,1	3,13	11,4
11316	Landgraben, nordwestlicher Ortsrand Darmstadt, Nähe Riedbahn	D 8.1	3,74	5	5	5	5	2,69	2	2	2	3	3	3	3	3	2,50	2,07	0,11	0,4	3,09	13,46
11318	Ginsheimer Altrhein, Nähe Ortsrand Ginsheim	D 10.2	3,07	3	3	3	3	2,71	2	2	2	3	3	3	3	3	2,12	2,07	0,29	36,01	3,10	2,48
11319	ChemieMST Hauptgraben, Trebur - Astheim	D 8.1	3,25	4	4	3	3	3,03	3	3	3	4	4	5	5	4	2,22	2,33	0,19	18,91	3,24	7,63
11323	ChemieMST Muehling, Breuberg-Hainstadt, Pegel	D 7	3,22	4	4	4	4	2,77	2	2	2	4	4	4	4	4	2,25	2,27	0,21	21,34	3,16	4,65
11327	ChemieMST Gersprenz, Gross-Zimmern - Klein-Zimmern	D 8.2	3,26	4	4	3	3	2,92	2	2	2	4	4	4	4	3	2,22	2,22	0,13	12,96	3,41	9,43
11328	Gersprenz, unterhalb Grob-Bieberau	D 7	3,05	3	3	3	3	2,80	2	2	2	4	4	4	4	4	2,17	2,15	0,30	35,82	3,04	4,58
11331	ChemieMST Gersprenz, Babenhsn. - Harreshsn., Landesgrenze	D 7	3,02	3	3	3	3	2,89	3	3	3	4	4	4	4	4	2,19	2,17	0,32	38,52	2,99	11,94
11333	ChemieMST Stillgraben, Muenster	D 8.2	3,17	4	4	3	3	2,75	2	2	2	3	3	3	3	3	2,15	2,12	0,19	17,79	3,15	9,72
11335	ChemieMST Erbesbach, Dieburg	D 8.1	3,00	3	3	3	3	2,80	2	2	2	3	3	3	3	3	2,30	2,29	0,14	2,46	3,00	5,71
11338	ChemieMST Obelbach, Babenhausen, Bruecke vor Gersprenz-Muenster	D 8.1	3,25	4	4	3	3	2,76	2	2	2	3	3	3	3	3	2,09	2,12	0,16	12,83	3,20	3,45
11345	ChemieMST Orb, Biebergermuend-Wirtheim	D 5	3,03	3	3	4	4	2,82	3	3	3	4	4	4	4	4	2,22	2,26	0,35	46,14	3,06	3,92
11346	ChemieMST Bieber, Biebergermuend-Wirtheim	D 5	3,03	4	4	4	4	2,73	3	3	3	4	4	4	4	4	2,22	2,16	0,11	5	3,29	5,83
11348	Hasselbach, südöstlich Langenselbold	D 5	3,34	4	4	4	5	3,01	3	4	4	5	5	5	5	4	2,50	2,55	0,12	11,81	3,46	15,7
11350	ChemieMST Lache, Erlense-Rueckingen	D 5	3,20	4	4	4	4	3,04	3	4	4	5	5	5	5	4	2,36	2,34	0,29	37,65	3,17	17,29
11357	ChemieMST Nidda, Bad Vilbel / Bonames Niddabruecke L300	D 10.1	3,26	4	4	4	4	3,03	3	3	3	5	5	5	5	4	2,27	2,35	0,30	40,44	3,22	5,26
11358	ChemieMST Nidda, Florstadt Ober-Florstadt	D 7	3,11	3	3	4	4	3,15	4	4	4	5	5	5	5	5	2,31	2,45	0,25	26,85	3,09	6
11362	ChemieMST Laisbach, Ranstadt	D 6	3,17	4	4	4	4	2,73	2	2	2	3	3	3	3	3	2,11	2,15	0,18	14,16	3,15	4,14
11364	ChemieMST Hoeflaff, Florstadt-Niederflorstadt	D 7	3,12	3	3	4	4	2,94	3	3	3	4	4	4	4	4	2,19	2,35	0,32	42,06	3,15	9,87
11366	ChemieMST Wetter, Friedberg-Bruchgraben	D 7	2,95	3	3	3	3	2,91	3	3	3	4	4	4	4	4	2,25	2,24	0,28	30,89	2,97	15,52
11368	ChemieMST Altbach, Lich, L3481	D 5	3,26	4	4	4	4	2,93	3	4	4	4	5	5	5	4	2,21	2,25	0,23	27,59	3,25	13,11
11369	ChemieMST Rostgraben-Welsbach, Lich Arnstung	D 5	3,34	4	4	4	5	3,07	3	4	4	5	5	5	5	5	2,25	2,15	0,21	25,74	3,33	21,24
11372	ChemieMST Usa, Bad Nauheim	D 7	3,27	4	4	4	4	2,95	3	3	3	4	4	4	4	4	2,20	2,15	0,25	27,93	3,14	5,34
11374	ChemieMST Rosbach, Woellstadt - Nieder-Woellstadt, Aubach	D 5	3,19	4	4	4	4	2,59	2	2	2	3	4	3	3	4	2,05	2,10	0,18	17	3,18	9,73
11375	ChemieMST Niddar, Bad Vilbel - Gronau	D 7	2,95	3	3	3	3	2,81	2	2	2	4	4	4	4	4	2,18	2,10	0,25	24,75	3,03	6,98
11376	Niddar, Altensteil, Niddar (HE, 2486, 2)	D 7	3,44	5	5	4	4	3,13	3	4	4	5	5	5	5	4	2,32	2,33	0,15	14,84	3,35	11,03
11444	ChemieMST Salzboede, Lollar - Salzboeden	D 7	3,17	4	4	4	4	2,80	2	2	2	4	4	4	4	4	2,18	2,20	0,18	15,99	3,14	9,62
11446	ChemieMST Lumda, Lollar, Eisenbahnstrecke	D 7	3,37	5	5	4	4	3,00	3	3	3	4	4	4	5	4	2,20	2,24	0,16	16,12	3,33	6,84
11448	ChemieMST Lumda, Staufenberg - Mainzlar	D 7	3,23	4	4	4	4	2,83	2	2	2	4	4	4	4	4	2,16	2,14	0,15	11,52	3,23	6,45
11451	ChemieMST Bieber, Heuchelheim	D 5	3,09	3	3	4	4	2,56	2	2	2	3	3	3	3	3	2,16	2,10	0,15	6,42	3,09	6,1
11452	ChemieMST Kleebach, Giessen - Allendorf a. d. Lahn	D 7	3,40	5	5	4	4	2,76	2	2	2	4	4	4	4	4	2,21	2,18	0,10	5,45	3,37	5,08
11454	ChemieMST Dill, Haiger, Pegel	D 5	2,99	3	3	4	4	2,37	2	2	2	2	2	2	2	2	2,08	2,07	0,31	28,17	2,71	0
11455	ChemieMST Dill, Wetzlar, Mueundung	D 7	3,15	4	4	4	4	2,85	3	3	3	4	4	4	4	4	2,17	2,16	0,16	10,67	3,15	4,44
11457	ChemieMST Aar, Hohenahr - Muedersbach, Zusauf Aarstalsperre	D 5	3,32	4	4	4	5	3,01	3	4	4	5	5	5	5	4	2,39	2,66	0,15	14,43	3,33	12,08
11459	ChemieMST Aar, Herborn - Burg	D 7	3,24	4	4	4	4	2,78	2	2	2	4	4	4	4	4	2,16	2,12	0,14	9,76	3,22	6,21
11461	Amdorfbach, Ortsrand Uckersdorf, unterhalb Mueundung Mederbach	D 5	3,25	4	4	4	4	2,74	3	3	3	4	4	4	4	4	2,21	2,13	0,17	14,18	3,19	2,91
11462	ChemieMST Rehbach, Herborn	D 5	3,13	3	3	4	4	2,76	3	3	3	4	4	4	4	4	2,15	2,10	0,14	6,14	3,14	4,46
11463	ChemieMST Lemp, Ehringshausen	D 5	3,10	3	3	4	4	2,86	3	3	3	4	4	4	4	4	2,13	2,13	0,26	29,52	3,08	5,26
11465	ChemieMST Solmsbach, Solms-Burgsolms	D 7	3,01	3	3	3	3	2,76	2	2	2	4	4	4	4	4	2,16	2,13				

Anhang

Tabelle 32 fortgesetzt

MST-ID	MST-Bezeichnung	D-Typ	T _{loc}	ÖZKL für T _{loc} nach den unterschiedlichen Trophieindexklassengrenzen					T _{Prifer}	ÖZKL für T _{Prifer} nach den unterschiedlichen Trophieindexklassengrenzen							S _{loc}	S _{Prifer}	Berechnung mittels PHYLIB				
				Rott 2006	Rott 2012	Rott NEU/ D5 a)	Rott NEU/ D5 b)	T _{Prifer}		Rott 2012	Rott NEU/ D5 a)	Rott NEU/ D5 b)	Prifer HE lin/ D5 a)	Prifer HE lin/ D5 b)	Prifer HE log/ D5 a)	Prifer HE log/ D5 b)			Prifer O+D	D _{loc}	RAS	T _{loc}	H _{loc} mann
10334	Welschbach, oberhalb Dutenhofen 1	D 5	3,18	4	4	4	4	2,75	3	3	3	4	4	4	4	4	4	2,20	2,12	0,32	42,92	3,12	1,85
10335	Schwalbenbach, oberhalb Ortslage Atzbach	D 5	3,27	4	4	4	4	2,63	2	2	2	4	4	4	4	4	4	2,11	2,05	0,14	9,47	3,25	0
10340	Meerbach, Mündung Narzenbach	D 5	2,96	3	3	4	4	2,68	3	3	3	4	4	4	4	4	4	2,13	2,07	0,41	53,16	2,87	0
11456	Schelde, Nähe Ortsrand Dillenburg	D 5	3,05	3	3	4	4	2,66	3	3	3	4	4	4	4	4	4	2,13	2,08	0,27	27,36	2,98	2,22
11460	Heisterberger Weiher, bei Heisterberg	D 5	2,96	3	3	4	4	2,68	3	3	3	4	4	4	4	4	4	2,16	2,03	0,50	71,96	2,88	-7,87
10345	Biasbach, oberhalb Hermannstein	D 5	2,91	3	3	4	4	2,72	3	3	3	4	4	4	4	4	4	2,06	2,12	0,35	41,44	2,86	0
10348	Tiefenbach, oberhalb Tiefenbach	D 5	3,00	3	3	4	4	2,75	3	3	3	4	4	4	4	4	4	2,12	2,06	0,46	62,33	2,87	4,04
10363	Grundbach, oberhalb Ahausen/Weilburg, Nähe Kellersheck	D 5	3,12	3	3	4	4	2,64	2	2	2	4	4	4	4	4	4	2,09	2,04	0,14	6,06	3,11	0
11487	Klausbach, Mündungsbereich	D 5	3,23	4	4	4	4	2,74	3	3	3	4	4	4	4	4	4	2,16	2,13	0,23	24,77	3,14	3,09
11299	Gadener Bach, Mündungsbereich	D 5	2,96	3	3	4	4	2,69	3	3	3	4	4	4	4	4	4	2,08	2,06	0,43	57,08	2,89	0
11304	Meerbach, Mündungsbereich	D 5	2,94	3	3	4	4	2,81	3	3	3	4	4	4	4	4	4	2,22	2,09	0,34	41,39	2,92	7,84
11307	Winkelbach, Ortsrand Bensheim	D 5	3,19	4	4	4	4	2,73	3	3	3	4	4	4	4	4	4	2,19	2,13	0,18	14,47	3,15	7,53
10072	Fanggraben - Landbach nördliche Ortslage Jugenheim	D 5	3,02	3	3	4	4	2,78	3	3	3	4	4	4	4	4	4	2,16	2,15	0,36	45,08	2,90	2,83
11315	Sitz, Nähe Bahnhof Dessel	D 8.1	3,10	3	3	3	3	2,86	2	2	2	3	3	3	4	4	3	2,09	2,32	0,37	40,1	2,70	2,22
11317	Landgraben, Ortsrand Darmstadt, Nähe Vivarium	D 5	3,07	3	3	4	4	2,74	3	3	2	3	4	4	4	4	4	2,02	2,04	0,55	69,85	2,46	0
10274	Salzbach, Ortsrand Wiesbaden	D 5	3,06	3	3	4	4	2,65	3	3	3	4	4	4	4	4	4	2,04	2,05	0,29	32,53	2,98	-1,01
11398	Schwarzbach, Wiesbaden, Nähe Neroberg	D 5	2,81	3	3	3	3	2,67	3	3	3	4	4	4	4	4	4	2,02	2,01	0,54	75,46	2,75	-5,26
10279	Wellritzbach, Wiesbaden-Klostermühle	D 5	3,16	4	4	4	4	2,75	3	3	3	4	4	4	4	4	4	2,19	2,12	0,42	55,22	2,89	-2,06
11300	Mosbach, Wiesbaden-Gräselberg	D 5	3,38	5	5	4	4	2,77	3	3	3	4	4	4	4	4	4	2,26	2,18	0,18	18,59	3,30	5,88
10282	Lindenbach, unterhalb Grothor Mühle	D 5	3,13	3	3	4	4	2,72	3	3	3	4	4	4	4	4	4	2,15	2,13	0,36	50,91	3,13	1,94
11401	Walluf, unterhalb Martinthal	D 5	3,31	4	4	4	4	2,78	3	3	3	4	4	4	4	4	4	2,23	2,15	0,15	12,34	3,29	17,33
11402	Erbach, oberhalb Erbach	D 5	3,48	5	5	5	5	2,76	3	3	3	4	4	4	4	4	4	2,24	2,06	0,10	8,7	3,47	13,89
11403	Stegbach, oberhalb Geisenheim	D 5	3,26	4	4	4	4	2,77	3	3	3	4	4	4	4	4	4	2,22	2,19	0,13	6,98	3,24	10,64
11399	Wiesbach, bei Wiesbaden	D 8.1	3,11	3	3	3	3	2,63	1	1	1	2	2	2	2	2	1,99	2,02	0,33	22,27	3,06	2,95	
11407	Lahn, oberhalb Colbe	D 7	3,34	4	4	4	4	2,82	2	2	2	4	4	4	4	4	4	2,29	2,19	0,18	17,83	3,26	9,47
11297	Rhein, auf Höhe Bacharach	D 10.2	2,99	3	3	3	3	2,48	2	1	1	2	2	2	2	2	1,95	1,98	0,26	26,17	2,99	3,13	
10008	St.-Er.-Al., unterhalb Erfelden	D 10.2	3,14	3	3	3	3	2,76	2	2	2	3	3	3	3	3	3	2,18	2,23	0,26	30,77	3,11	2,7
10068	Winkelbach, Ortsrand Gernsheim	D 8.2	3,05	3	3	3	3	2,76	2	2	2	3	3	3	3	3	3	2,08	2,16	0,29	34,11	3,01	4,67
10079	Hegbach, Erzhäuser-Nordwest	D 8.1	3,30	4	4	4	4	2,74	2	2	2	3	3	3	3	3	3	2,09	2,27	0,19	17,08	3,18	6,67
11303	Landgraben, Nähe Weschnitz Betriebshof	D 8.2	2,89	2	2	2	2	2,34	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1,39	1,37	0,41	53,02	2,88	3,08
11423	Rosphe, unterhalb Unterosphe	D 5	3,21	4	4	4	4	2,71	3	3	3	4	4	4	4	4	4	2,08	2,11	0,31	38,97	3,09	2,59
10310	Netzbach, südöstlich Langenstein, nordöstlich Stadthalendorf	D 5	3,31	4	4	4	4	2,86	3	3	4	4	4	4	4	4	4	2,23	2,14	0,14	10,42	3,27	14,29
11436	Hatzbach, oberhalb Ersthäuser	D 5	3,17	4	4	4	4	2,66	3	3	3	4	4	4	4	4	4	2,16	2,09	0,21	19,16	3,12	5,74
11320	Schlupfbach, Mündungsbereich	D 7	3,31	4	4	4	4	2,75	2	2	2	4	4	4	4	4	3	2,20	2,16	0,19	19,65	3,22	3,41
11321	Schmale Sinn, nordöstlich Altengronau	D 7	3,39	5	5	4	4	2,78	2	2	2	4	4	4	4	4	4	2,26	2,20	0,19	21,36	3,33	-5,13
11329	Gersprenz, Höhe Breresbach	D 5	3,17	4	4	4	4	2,62	2	2	2	4	4	4	4	4	4	2,15	2,08				
11326	Pflaumbach, Mündungsbereich	D 5	2,85	3	3	3	3	2,68	3	3	3	4	4	4	4	4	4	2,11	2,02	0,25	20	2,84	3,7
11332	Fischbach, Ortsrand Groß-Bieberau, Nähe Schuchmanns-M.	D 5	2,82	3	3	3	3	2,71	3	3	3	4	4	4	4	4	4	2,11	2,10	0,29	26,48	2,77	10,2
11342	Schiffliche, Nähe Ortsrand Hanau	D 5	2,08	2	2	2	2	2,36	2	2	2	2	2	2	2	2	1,34	1,79	0,54	57,81	2,11	9,21	
10648	Kinzig, unterhalb Steinau an der Straße 1	D 7	3,36	5	5	4	4	2,79	2	2	2	4	4	4	4	4	4	2,26	2,19	0,10	5,26	3,34	6,38
11344	Umbach, unterhalb Marborn	D 5	3,06	3	3	4	4	2,64	2	2	2	4	4	4	4	4	4	2,05	2,03	0,21	18,53	3,05	1,92
10670	Salz, unterhalb Bad Soden	D 6	3,15	4	4	4	4	2,59	2	2	2	2	2	2	2	2	3	2,20	2,11	0,23	24,29	3,13	5,71
10141	Bracht, Höhe Wächtersbach/Aulenu	D 7	3,20	4	4	4	4	2,73	2	2	2	3	3	3	3	3	3	2,18	2,13	0,20	20,76	3,19	6,09
10691	Schandelbach, Nähe Ortsrand Gelnhäuser/Altenhaßlau	D 5	3,26	4	4	4	4	2,70	3	3	3	4	4	4	4	4	4	2,17	2,08	0,11	2,81	3,25	5,49
10147	Birkigsbach, östlich Langensfeld, nordwestlich Niedermittlau	D 5	3,08	3	3	4	4	2,72	3	3	3	4	4	4	4	4	4	1,85	1,97	0,28	33,17	3,07	10,77
10152	Gründau, unterhalb Langensfeld, oberhalb KA Langensfeld	D 5	2,82	3	3	3	3	2,55	2	2	2	3	3	3	3	3	3	1,83	1,89	0,36	47,57	2,99	4,94
11349	Gründau/Großer Weiher, südöstlich Waldensberg, nordwestlich Wittgenborn	D 6	3,05	3	3	3	3	2,69	2	2	2	3	3	3	3	3	3	2,00	2,03	0,25	23,2	2,94	0,97
11352	Braubach, unterhalb Dörnigheim	D 5	3,24	4	4	4	4	3,01	3	4	4	5	5	5	5	5	4	2,50	2,64	0,12	6,11	3,26	6,38
11360	Nidda, unterhalb Schotten	D 6	3,11	3	3	4	4	2,79	2	2	2	4	4	4	4	4	4	2,01	1,97	0,40	55,73	3,02	0
11363	Obere Hohl, unterhalb Hungen, Nähe Beim Mönchborn	D 7	3,22	4	4	4	4	2,92	3	3	3	4	4	4	4	4	4	1,99	2,11	0,22	24,05	3,16	0,7
10192	Fluggraben, unterhalb Langd	D 6	2,90	3	3	3	3	2,76	2	2	2	4	4	4	4	4	4	2,11	2,11	0,35	35,3	2,66	0
11365	Wasschbach, unterhalb Berstadt	D 5	2,91	3	3	4	4	2,76	3	3	3	4	4	4	4	4	4	2,11	2,11	0,35	36,43	2,66	0
10197	Wetter, unterhalb Wetterfeld	D 6	3,21	4	4	4	4	2,71	2	2	2	3	3	3	3	3	3	2,02	2,08	0,23	23,19	3,11	6,9
11370	Lattwiesengraben, westlich Oppershofen	D 5	3,39	5	5	4	4	2,84	3	3	3	4	4	4	4	4	4	2,28	2,20	0,12	9,16	3,34	4,23
11373	Seebach Renat, Seewiese	D 5	3,29	4	4	4	4	2,75	3	3	3	4	4	4	4	4	4	2,14	2,06	0,11	5,47	3,28	13,75
10760	Sträßbach, Mündungsabschnitt Usa	D 5	3,29	4	4	4	4	2,87	3	3	3	4											

Anhang

Tabelle 32 fortgesetzt

MST-ID	MST-Bezeichnung	D-Typ	ÖZKL für T _{rot} nach den unterschiedlichen Trophieindexklassengrenzen					T _{Pflaster}	ÖZKL für T _{Pflaster} nach den unterschiedlichen Trophieindexklassengrenzen							S _{rot}	S _{Pflaster}	D _{FE}	RAS	T _{rot}	H _{zeman}	
			T _{rot}	Rott 2006	Rott 2012	Rott NEU/ D5 a)	Rott NEU/ D5 b)		Rott 2012	Rott NEU/ D5 a)	Rott NEU/ D5 b)	Pflaster HE lin/ D5 a)	Pflaster HE lin/ D5 b)	Pflaster HE log/ D5 a)	Pflaster HE log/ D5 b)							Pflaster O+D
11381	Seemenbach, oberhalb Büdingen	D 5	2,92	3	3	4	4	2,52	2	2	2	3	3	3	3	3	2,09	2,03	0,14	0,89	2,92	5,66
11383	Pferdsbach, oberhalb Büdingen	D 5	3,44	5	5	5	5	2,78	3	3	3	4	4	4	4	4	2,28	2,24	0,13	11,57	3,42	5,62
10093	Mutterbach, Ortslage Seckmauern	D 5	3,25	4	4	4	4	2,78	3	3	3	4	4	4	4	4	2,28	2,19	0,30	39,23	3,18	5,21
11510	Fulda, Wehr Neue Mühle 2	D 10.1	3,08	3	4	3	3	2,71	2	2	2	3	3	3	3	3	2,08	2,14	0,27	30,97	3,04	10,19
11513	obere Fliede, unterhalb Rückers, bei Lappensteiner Mühle	D 5	2,86	3	3	3	3	2,72	3	3	3	4	4	4	4	4	2,09	2,08	0,44	56,13	2,74	6,49
10407	Kressenwasser, oberhalb Schweben	D 5	2,95	3	3	4	4	2,76	3	3	3	4	4	4	4	4	2,09	2,08	0,30	32	2,88	0
11515	Kemmete, oberhalb Hauswurz 1	D 6	2,96	3	3	3	3	2,66	2	2	2	3	3	3	3	3	2,03	2,12	0,39	45,45	2,75	0
11519	obere Lüder, oberhalb Blankenau	D 6	2,92	3	3	3	3	2,81	2	2	2	4	4	4	4	4	2,18	2,15	0,34	38,45	2,85	6,67
10412	Jossa, oberhalb Hosenfeld	D 6	2,98	3	3	3	3	2,71	2	2	2	3	3	3	3	3	2,12	2,09	0,35	35,9	2,69	5,15
11526	Alte Hasel, oberhalb Herbstein Nähe Trappermühle	D 6	2,73	2	2	2	2	2,61	2	2	2	3	3	3	3	3	1,99	1,98	0,50	57,93	2,38	0
10429	Rainbach, oberhalb Rothenkirchen	D 5	3,29	4	4	4	4	2,41	2	2	2	2	2	2	2	2	2,16	2,06	0,26	31,71	3,18	1,68
10431	Rhinabach, Ortsrand Rhina	D 5	3,08	3	3	4	4	2,73	3	3	3	4	4	4	4	4	2,09	2,10	0,32	40,66	3,05	4,85
11542	Rohrbach, Nähe Ortsrand Reilos	D 5	3,05	3	3	4	4	2,75	3	3	3	4	4	4	4	4	2,16	2,14	0,28	31,49	3,00	11,01
10435	Mackbach, Mündungsbereich	D 5	3,02	3	3	4	4	2,76	3	3	3	4	4	4	4	4	1,90	1,94	0,21	19,16	3,12	13,49
10442	Mündersbach, oberhalb Rotenberg an der Fulda	D 5	3,04	3	3	4	4	2,72	3	3	3	4	4	4	4	4	2,12	2,12	0,34	40,32	2,94	10,19
10444	Holzgraben, unterhalb Ober-Ellenbach	D 5	3,20	4	4	4	4	2,78	3	3	3	4	4	4	4	4	2,16	2,18	0,26	29,95	3,11	5,71
11547	Eubach, oberhalb Altmorschen	D 5	2,88	3	3	4	4	2,74	3	3	3	4	4	4	4	4	2,10	2,09	0,42	51,94	2,75	4,94
11175	Kehebach, oberhalb Melsungen	D 5	3,29	4	4	4	4	2,73	3	3	3	4	4	4	4	4	2,20	2,15	0,23	25,73	3,17	1,77
11553	Schwarzen-Bach, oberhalb Guxhagen	D 5	2,80	3	3	3	3	2,75	3	3	3	4	4	4	4	4	2,13	2,10	0,38	44,86	2,75	0
10450	Lindenhöferbach, westlich Hatzfeld (Eder)	D 5	3,11	3	3	4	4	2,70	3	3	3	4	4	4	4	4	2,13	2,09	0,41	50,6	2,75	0
11557	Riedgraben, nördlich Dodenua	D 5	3,14	3	3	4	4	2,67	3	3	3	4	4	4	4	4	2,09	2,08	0,37	45,02	2,87	6,25
10453	Linsperbach, oberhalb Allendorf (Eder)	D 5	3,21	4	4	4	4	2,77	3	3	3	4	4	4	4	4	2,17	2,15	0,25	27,25	3,08	2,38
10454	Heinerbach, südlicher Ortsrand Haine	D 5	3,25	4	4	4	4	2,62	2	2	2	4	4	4	4	4	2,19	2,12	0,18	16,08	3,21	2,3
10455	Goldbach, oberhalb Rödenua	D 5	3,25	4	4	4	4	2,55	2	2	2	3	3	3	3	3	2,16	2,08	0,14	6,53	3,22	0
10458	Nertze oberhalb Mdg.	D 5	3,19	4	4	4	4	2,73	3	3	3	4	4	4	4	4	2,20	2,17	0,29	37,35	3,15	-2,94
11572	Itter, unterhalb Nieder-Ense	D 5	2,95	3	3	4	4	2,63	2	2	2	4	4	4	4	4	1,77	1,77	0,03	41,53	2,85	6,8
11573	Marbeck, oberhalb Dorflitter	D 5	3,10	3	3	4	4	2,73	3	3	3	4	4	4	4	4	2,13	2,06	0,46	60,25	2,78	2,04
11574	Kubbach, oberhalb Korbach	D 5	2,88	3	3	4	4	2,76	3	3	3	4	4	4	4	4	2,11	2,09	0,37	43,66	2,82	9,46
11576	Aselbach, oberhalb Vöhl 1	D 5	3,01	3	3	4	4	2,71	3	3	3	4	4	4	4	4	2,07	2,07	0,38	53,33	3,06	0
11577	Banfer - Bach, südwestlich Bringhausen	D 5	2,93	3	3	4	4	2,75	3	3	3	4	4	4	4	4	2,08	2,07	0,26	22,27	2,84	0
11594	Buchbach, unterhalb Asterode 2	D 5	3,06	3	3	4	4	2,76	3	3	3	4	4	4	4	4	2,14	2,12	0,34	38,81	2,84	10,45
11596	Wiera, Ortsrand Treysa	D 5	3,28	4	4	4	4	2,53	2	2	2	3	3	3	3	3	2,03	2,11	0,40	57,75	3,13	-1,8
11598	Gülsa, unterhalb Gülsa, Bischhausen, Nähe Schlagmühle	D 5	2,96	3	3	4	4	2,67	3	3	3	4	4	4	4	4	2,11	2,08	0,25	24,81	2,97	6,42
11599	Urf, oberhalb Niederurf	D 5	2,76	3	3	3	3	2,73	3	3	3	4	4	4	4	4	2,10	2,07	0,41	46,96	2,63	3,28
10490	Lembach, Mündungsbereich 1	D 5	2,92	3	3	4	4	2,73	3	3	3	4	4	4	4	4	2,09	2,07	0,31	32,28	2,82	0
10495	Riedwiesengraben, Mündung östl. Wabern	D 5	3,12	3	3	4	4	2,93	3	3	4	4	4	4	4	4	2,14	2,14	0,36	50,41	3,12	12,22
11606	Rhünda, oberhalb Rhünda 1	D 5	3,04	3	3	4	4	2,79	3	3	3	4	4	4	4	4	2,15	2,11	0,26	27,59	3,01	10,58
11607	Scheßbach, oberhalb Meltershausen	D 5	2,97	3	3	4	4	2,73	3	3	3	4	4	4	4	4	2,13	2,10	0,32	37,68	2,94	5,95
11611	Goldbach, zw. Ober- und Niedervorschutz	D 5	3,23	4	4	4	4	2,75	3	3	3	4	4	4	4	4	2,14	2,14	0,29	35,64	3,12	9,57
11612	Pilgerbach, Nähe Ortsrand Grifte	D 5	3,25	4	4	4	4	2,62	2	2	2	4	4	4	4	4	2,19	2,12	0,18	16,08	3,21	2,3
11615	Grunnel-Bach, Kassel/Niederswehren	D 5	3,00	3	3	4	4	2,77	3	3	3	4	4	4	4	4	2,12	2,09	0,31	35,7	2,97	2,61
11616	Drusel oberhalb Kassel	D 5	2,88	3	3	4	4	2,72	3	3	3	4	4	4	4	4	2,11	2,10	0,37	45,17	2,84	7,04
11617	Wahlbach, Ortslage Kassel 1	D 5	3,15	4	4	4	4	2,76	3	3	3	4	4	4	4	4	2,21	2,11	0,21	19,74	3,11	8,62
10512	Neste, Kassel/Rüstberg/Heiligenrode	D 5	3,01	3	3	4	4	2,81	3	3	3	4	4	4	4	4	2,27	2,18	0,33	36,11	2,85	12,37
11619	Espe, Nähe Ortsrand Simmershausen	D 5	2,87	3	3	3	3	2,65	3	3	3	4	4	4	4	4	2,09	2,07	0,29	24,53	2,72	0
10049	untere Diemel, Höhe Kol-Nollendorf	D 10.1	2,89	3	3	2	2	2,64	2	2	2	2	2	2	2	2	2,10	2,05	0,39	48,88	2,85	-2,52
10515	Diemel, unterhalb Giebringhausen, oberhalb GKA Giebringhausen	D 5	2,85	3	3	3	3	2,64	2	2	2	4	4	4	4	4	2,06	2,06	0,49	61,59	2,57	0
10519	Orpe, unterhalb Orpethal	D 5	3,28	4	4	4	4	2,74	3	3	3	4	4	4	4	4	2,21	2,15	0,22	25,06	3,19	4
10520	Kälberbach, westlich Gernete, Nähe Teichmühle	D 8.1	3,17	4	4	3	3	2,64	1	1	1	2	2	2	2	2	2,10	2,03	0,33	40,96	3,03	2
11631	Welda, unterhalb Hürle 1	D 9.1	3,03	3	3	3	3	2,66	3	2	2	3	3	3	3	3	2,06	2,05				
11632	Calenberger Bach, unterhalb Wettensingen	D 9.1	2,93	3	3	3	3	2,71	3	2	2	3	3	3	3	3	2,10	2,08	0,39	50,84	2,89	5,05
11633	Vornbach, Mündung, Liebenau	D 8.1	3,06	3	3	3	3	2,73	2	2	2	3	3	3	3	3	2,09	2,05	0,28	30,7	2,99	4,59
10526	Forellenbach, nördlich Deisel	D 5	2,72	3	3	3	3	2,60	2	2	2	3	4	4	4	4	1,75	1,93	0,27	20,71	2,67	-1,67
10527	Holzape, oberhalb Wülmerssen	D 5	3,27	4	4	4	4	2,62	2	2	2	4	4	4	4	4	2,18	2,13	0,28	37,03	3,20	6,9
11297	Rhein, auf Höhe Bacharatz	D 10.2	2,94	3	3	2	2	2,80	2	2	2	3	3	3	3	3	2,10	2,19	0,34	40,25	2,88	11,29
11303	Landgraben, Nähe Weschnitz Betriebshof	D 8.2	2,97	3	3	3	3	2,52	1	1	1	2	2	2	2	2	1,90	1,69	0,25	22,75	2,93	2,11
11304	Meerbach, Mündungsbereich	D 5	3,01	3	3	4	4	2,78	3	3	3	4	4	4	4	4	2,01	2,15	0,27	27,25	2,96	7,63
10068	Winkelbach, Ortsrand Gernsheim	D 8.2	2,83	2	2	2	2	2,67	2	2												

Anhang

Tabelle 32 fortgesetzt

MST-ID	MST-Bezeichnung	D-Typ	T _{loc}	ÖZKL für T _{loc} nach den unterschiedlichen Trophieindexklassengrenzen					T _{fixer}	ÖZKL für T _{fixer} nach den unterschiedlichen Trophieindexklassengrenzen							S _{loc}	S _{fixer}	D _{loc}	RAS	T _{loc}	H _{loc} (Bem.)
				Rott 2006	Rott 2012	Rott NEU/ D5 a)	Rott NEU/ D5 b)	T _{fixer}		Rott 2012	Rott NEU/ D5 a)	Rott NEU/ D5 b)	Pfister HE lin/ D5 a)	Pfister HE lin/ D5 b)	Pfister HE log/ D5 a)	Pfister HE log/ D5 b)						
10383	Nesse, oberhalb Wommen	D 9.1	3,06	3	3	3	3	2,76	3	2	2	4	4	4	4	4	2,12	2,10	0,28	32,75	3,03	4,63
10387	Heldrabach, oberhalb Heldra	D 5	2,82	3	3	3	3	2,65	3	3	3	4	4	4	4	4	2,06	2,06	0,24	17,25	2,80	0
10388	Rambach, unterhalb Rambach	D 9.1	2,81	3	3	2	2	2,64	3	2	2	3	3	3	3	3	2,05	2,03	0,37	42,25	2,79	-1,23
11496	Schlierbach, oberhalb Volkershausen, Nähe Obermühle	D 9.1	3,05	3	3	3	3	2,79	3	2	2	4	4	4	4	4	2,10	2,12	0,36	46,5	2,99	10,2
10924	Frieda, oberhalb Werra/Frieda	D 9.2	2,91	3	3	2	2	2,69	3	2	2	3	3	3	3	3	2,04	2,05	0,34	37,75	2,83	0
10391	Kelleraebach, oberhalb Schwebda, Nähe Schloß Wolfsbrunnen	D 9.1	3,02	3	3	3	3	2,77	3	2	2	4	4	4	4	4	2,12	2,22	0,27	29	3,00	4,04
11499	Wehre, unterhalb Oetmannshausen	D 9.2	2,86	3	3	2	2	2,68	3	2	2	3	3	3	3	3	2,06	2,06	0,38	47,25	2,85	-2,22
10394	Leimbach, oberhalb Reichensachsen, Nähe Langenhainer Straße	D 9.1	2,79	3	3	2	2	2,72	3	2	2	3	3	3	3	3	2,11	2,10	0,54	65,75	2,40	0
11500	Vierbach, bei Reichensachsen	D 9.1	3,09	3	3	4	4	2,67	3	2	2	3	3	3	3	3	2,11	2,09	0,26	29,5	3,09	4,44
11501	Schweinsbach, bei Eitmannshausen	D 9.1	2,76	3	3	2	2	2,64	3	2	2	3	3	3	3	3	2,02	2,04	0,34	35,5	2,72	-3,26
10397	untere Berka, zw. Schanze und auf der Sommerleite	D 9.1	3,13	3	3	4	4	2,72	3	2	2	3	3	3	3	3	2,12	2,11	0,38	53	3,05	4,4
10399	obere Berka, oberhalb Frankershausen	D 9.1	2,87	3	3	3	3	2,73	3	2	2	3	3	3	3	3	2,02	2,08	0,44	58,75	2,84	2,41
10400	Kupferbach, unterhalb Apterode	D 9.1	3,09	3	3	4	4	2,77	3	2	2	4	4	4	4	4	2,14	2,14	0,37	49,5	3,00	5,05
11502	Oberrieder Bach, oberhalb Oberrieden	D 9.1	2,78	3	3	2	2	2,72	3	2	2	3	3	3	3	3	2,09	2,09	0,43	55,5	2,77	0
11505	Hungerhäuserbach, Nähe Ortsrand Ermschwerd	D 9.1	2,89	3	3	3	3	2,69	3	2	2	3	3	3	3	3	2,09	2,07	0,44	58,75	2,88	2,56
10405	Rauterbach, Ortsrand Bickershausen	D 5	2,68	3	3	3	3	2,61	2	2	2	3	4	4	4	4	2,04	2,05	0,31	27,5	2,68	0
10794	Weilbach, oberhalb Weilbach	D 5	2,96	3	3	4	4	2,78	3	3	3	4	4	4	4	4	2,11	2,12	0,27	26,5	2,93	8,54
12545	Emsbach, oberhalb Zusammenfluss mit Eisenbach, bei Selters	D 7	2,84	2	2	2	2	2,65	2	2	2	3	3	3	3	3	2,03	2,03	0,39	47,49	2,80	2,13
12546	Emsbach, oberhalb KA Selters (Taurus)/Niederselt	D 7	3,01	3	3	3	3	2,71	2	2	2	3	3	3	3	3	2,18	2,15	0,35	45,18	2,98	-2,06
12547	Emsbach, unterhalb KA Selters (Taurus)/Niederselt	D 7	3,00	3	3	3	3	2,76	2	2	2	4	4	4	4	4	2,10	2,09	0,21	17,16	2,99	2,6
12527	Laubusbach, unterhalb Zusammenfluss mit Emsbach	D 5	2,97	3	3	4	4	2,63	2	2	2	4	4	4	4	4	2,06	2,01	0,27	24,94	2,87	2,82
10367	Emsbach, westlich Oberbrechen	D 7	3,01	3	3	3	3	2,73	2	2	2	3	3	3	3	3	2,15	2,10	0,25	25,76	3,00	5,21
12539	Emsbach, unterhalb Zusammenfluss mit Wörsbach, bei Brechen/Niederbrechen	D 7	2,74	2	2	2	2	2,71	2	2	2	3	3	3	3	3	2,17	2,11	0,43	52,73	2,74	3,92
12540	Emsbach, unterh. KA Brechen/Niederbrechen	D 7	3,51	5	5	5	5	3,07	3	3	5	5	5	5	5	4	2,23	2,91	0,13	15,18	3,48	5,3
12541	Emsbach, oberhalb KA Limburg A. D. Lahn / Eschhofe	D 7	3,05	3	3	3	3	2,82	2	2	2	4	4	4	4	4	2,13	2,11	0,19	14,41	3,05	5,97
12542	Emsbach, oberhalb Limburg A. D. Lahn / Eschhofe	D 7	3,04	3	3	3	3	2,70	2	2	2	3	3	3	3	3	2,07	2,07	0,27	28,3	2,99	4,62
12531	Wörsbach, oberhalb KA Hünstetten / Beuerbach	D 5	3,11	3	3	4	4	2,81	3	3	3	4	4	4	4	4	2,16	2,23	0,28	32,94	3,10	8,62
12556	Kesselbach, unterhalb Zusammenfluss mit Wörsbach	D 5	2,89	3	3	4	4	2,81	3	3	3	4	4	4	4	4	2,16	2,14	0,37	46,12	2,88	7,84
12530	Wörsbach, unterhalb Zusammenfluss mit Kesselbach	D 5	3,15	4	4	4	4	2,45	2	2	2	2	2	2	2	3	2,15	2,11	0,14	7,34	3,13	0
12529	Wörsbach, unterhalb KA Hünstetten/Beuerbach, und MWE, oberhalb Schornach-Mündung	D 5	3,21	4	4	4	4	2,90	3	4	4	4	5	4	5	4	2,09	2,17	0,30	39,75	3,19	4,5
12528	Wörsbach, oberhalb Zusammenfluss mit Stinkerbach	D 7	3,03	3	3	3	3	2,88	3	3	3	4	4	4	4	4	2,13	2,20	0,34	42,06	2,99	6,48
12533	Wörsbach, unterhalb Zusammenfluss mit Emsbach	D 7	3,17	4	4	4	4	2,83	2	2	2	4	4	4	4	4	2,19	2,10	0,30	38,67	3,14	10,83
12559	Schlabbach, unterhalb Zusammenfluss mit Emsbach, be	D 5	2,73	3	3	3	3	2,74	3	3	3	4	4	4	4	4	2,08	2,09	0,42	48,63	2,66	0
12537	Emsbach, oberhalb KA Idstein Walsdorf	D 5	2,71	3	3	3	3	2,75	3	3	3	4	4	4	4	4	1,89	1,96	0,46	56,78	2,63	-1,43
12543	Emsbach, unterhalb KA Idstein Walsdorf*	D 5	2,72	3	3	3	3	2,78	3	3	3	4	4	4	4	4	2,10	2,09	0,35	36,78	2,71	0
12535	Emsbach, oberhalb Waldgebiet, unterhalb 1. MWE bei Oberems	D 5	1,70	1	1	1	1	1,90	2	2	2	1	1	2	2	2	1,27	1,53	0,71	79,89	1,66	-18,6
12548	Emsbach, unterhalb Zusammenfluss mit Dornbach	D 5	2,87	3	3	3	4	2,75	3	3	3	4	4	4	4	4	2,09	2,08	0,30	30,06	2,86	1,47
12549	Dornbach, unterhalb Zusammenfluss mit Emsbach, bei	D 5	2,60	2	2	2	2	2,69	3	3	3	4	4	4	4	4	1,69	1,78	0,64	90,5	2,54	0
12544	Emsbach, oberhalb Zusammenfluss mit Dornbach, bei O	D 7	2,79	2	2	2	2	2,73	2	2	2	3	3	3	3	3	2,03	2,01	0,35	38,56	2,80	1,16
11298	Neckar, oberhalb Neckarhausen	D 10.2	2,92	3	3	2	2	2,70	2	2	2	3	3	3	3	3	2,05	2,09	0,22	18,03	2,94	10,47
10052	Euterbach, zw. Schöllerbach und Hesselbach, oberhalb Eutersee	D 5	1,32	1	1	1	1	1,08	1	1	1	1	1	1	1	1	1,07	1,41	0,80	92,82	1,48	-47,01
10059	Rinne, südlicher Ortsrand Hofheim	D 8.1	3,40	5	5	4	4	3,11	3	3	3	5	5	5	5	4	2,68	2,85	0,08	4,91	3,51	7,75
10060	Weschnitz, Ortslage Einhausen	D 8.2	3,08	3	3	3	3	2,93	2	2	2	4	4	4	4	3	2,22	2,31	0,24	25,28	3,08	7,22
10062	Weschnitz, oberhalb Mörtenbach, Nähe Weschnitz Mühle	D 5	3,13	3	3	4	4	2,74	3	3	3	4	4	4	4	4	2,16	2,10	0,25	26,52	3,06	2,76
10067	Stadtbach, Mündungsbereich	D 5	3,19	4	4	4	4	2,87	3	3	4	4	4	4	4	4	2,23	2,28	0,36	47,67	3,06	7,61
11305	Halbmaasgraben, unterhalb Wattenheim, unterhalb KA Biblis	D 8.1	2,76	2	2	2	2	2,74	2	2	2	3	3	3	3	3	2,54	2,00	0,17	2,9	2,76	8,93
10069	Modau Waldmühle 2	D 5	3,05	3	3	4	4	2,83	3	3	3	4	4	4	4	4	2,17	2,14	0,33	41,15	3,04	4,99
10071	Modau, südlicher Ortsrand Stockstadt, Nähe Bahnstrecke	D 8.2	3,23	4	4	3	3	3,17	4	3	3	5	5	5	5	4	2,36	2,53	0,16	15,12	3,29	11,11
11309	Fanggraben Biebesheim-Nord	D 8.1	3,10	3	3	3	3	2,85	2	2	2	3	3	3	3	3	2,44	2,05	0,14	5,61	3,12	12,88
11311	Schwarzbach, zw. Crumstadt-Philippshospital und Goddelau	D 8.1	3,32	4	4	4	4	2,97	3	3	3	4	4	4	4	4	2,28	2,40	0,16	14,38	3,26	3,61
10076	Schwarzbach, oberhalb Nauheim	D 8.2	2,96	3	3	3	3	2,59	1	1	1	2	2	2	2	2	1,97	2,07	0,25	14,77	2,62	5,81
10077	Schwarzbach, Nähe Ortsrand Walkdorf, Nähe MWE Nordring	D 8.1	3,27	4	4	3	3	3,14	3	3	3	5	5	5	5	4	2,28	2,38	0,29	19,27	2,50	9,86
10078	Schwarzbach, Nähe südlicher Ortsrand Trebur, unterhalb KA Trebur	D 8.2	2,82	2	2	2	2	2,72	2	2	2	3	3	3	3	3	1,72	2,11	0,30	32,52	2,88	8,47
10080	Apfelbach, Worfelden-Nord,1	D 8.1	3,25	4	4	3	3	3,01	3	3	3	4	4	4	4	4	2,51	2,58	0,12	7,23	3,29	8,05
10084	Landgraben, Ortsrand Darmstadt	D 8.1	3,34	4	4	4	4	2,75	2	2	2	3	3	3	3	3	2,43	2,16	0,09	0,84	3,28	15,66
10085	Landgraben, südlicher Ortsrand Groß Gerau	D 8.2	3,04	3	3	3	3	2,96	3	3	3	4	4	4	4	4	2,31	2,33	0,29	34,56	3,10	17,17
10578	Ginsheimer Altrhein, oberhalb Ginsheim	D 10.2	3,19	4	4	3	3	2,84</														

Anhang

Tabelle 32 fortgesetzt

MST-ID	MST-Bezeichnung	D-Typ	ÖZKL für T _{rot} nach den unterschiedlichen Trophieindexklassengrenzen					ÖZKL für T _{Pfister} nach den unterschiedlichen Trophieindexklassengrenzen							Berechnung mittels PHYLIP							
			T _{rot}	Rott 2006	Rott 2012	Rott NEU/ D5 a)	Rott NEU/ D5 b)	T _{Pfister}	Rott 2012	Rott NEU/ D5 a)	Rott NEU/ D5 b)	Pfister HE lin/ D5 a)	Pfister HE lin/ D5 b)	Pfister HE log/ D5 a)	Pfister HE log/ D5 b)	Pfister O+D	S _{rot}	S _{Pfister}	D _{FE}	RAS	T _{rot}	H _{Zusamm}
10140	Klingbach, oberhalb Hausen	D 5	2,83	3	3	3	3	2,57	2	2	2	3	3	3	3	4	2,04	1,86	0,52	71,81	2,76	-15,97
10142	Orb, unterhalb Bad Orb, unterhalb KA Bad O	D 5	3,43	5	5	5	5	2,93	3	4	4	4	5	5	4	2,21	2,24	0,31	40,28	3,12	-3,6	
11347	Bieber, oberhalb Kassel	D 5	2,90	3	3	4	4	2,82	3	3	3	4	4	4	4	2,13	2,13	0,40	48,86	2,79	7,35	
10150	Hasselbach, unterhalb Neuenhalsau, 2	D 5	3,15	4	4	4	4	2,95	3	4	4	5	5	5	4	2,41	2,49	0,24	29,06	3,21	0	
10162	Lache, unterhalb Niederrödenbach, 2	D 5	3,22	4	4	4	4	3,01	3	4	4	5	5	5	4	2,38	2,54	0,32	42,14	3,13	10,34	
11351	Freilbach, unterhalb Erlensee, Nähe Strasse Rodau Oberrhausen (renaturierter Bereich)	D 5	3,34	4	4	4	5	2,86	3	3	4	4	4	4	4	2,28	2,28	0,20	22,38	3,31	4,9	
10171	- MST nicht repräsentativ => neue Messstelle ab 2015 bei ID_Gis 53	D 8.1	3,29	4	4	4	4	3,00	3	3	3	4	4	4	4	2,21	2,32	0,17	13,74	3,14	2,15	
10174	Bieber, unterhalb Bieber-Offenbach am Main	D 8.1	3,35	5	5	4	4	3,05	3	3	3	4	4	5	5	4	2,52	3,06	0,28	35,84	3,21	12
11092	Nidda, nördlich Ffm	D 10.1	3,08	3	4	3	3	2,92	3	2	2	4	4	4	4	2,20	2,27	0,35	46,96	3,04	8,27	
11093	Nidda, bei Ffm, Nähe Neufeld/Eisenbahnsiedlung	D 10.1	2,93	3	3	2	2	2,79	3	2	2	4	4	4	4	2,11	2,11	0,32	42,22	3,08	12,5	
11359	Nidda, unterhalb Dauernheim, Nähe Ober-Mockstadt	D 7	3,25	4	4	4	4	3,01	3	3	3	5	5	5	5	4	2,31	2,36	0,25	31,08	3,25	4,11
10187	Laisbach, Ortsrand Bobenhausen	D 6	2,94	3	3	3	3	2,71	2	2	2	3	3	3	3	2,08	2,11	0,24	20,18	2,90	0	
10189	Wehrbach, oberhalb Staden	D 5	3,18	4	4	4	4	2,64	2	2	2	4	4	4	4	2,19	2,15	0,46	66,11	2,98	-1,82	
10028	Hörloff, unterhalb Reichelsheim (Wetterau) 1	D 7	2,98	3	3	3	3	2,81	2	2	2	4	4	4	4	2,09	2,12	0,17	7,56	2,93	2,41	
10196	Biedrichsgraben, unterhalb Wölfersheim, unterhalb Wölfersheimer See	D 5	3,24	4	4	4	4	2,84	3	3	4	4	4	4	4	2,20	2,29					
11367	Wetter, oberhalb Bruchentücken	D 7	3,12	3	3	4	4	2,80	2	2	2	4	4	4	4	2,26	2,28	0,32	39,56	3,06	7,21	
10198	Albach, Nähe Albacher Hof	D 5	3,14	3	3	4	4	3,01	3	4	4	5	5	5	4	2,17	2,25	0,33	43,95	3,13	0	
10202	Gambach, oberhalb Gambach	D 5	2,86	3	3	3	3	2,93	3	4	4	5	5	5	4	2,19	2,13	0,31	32,98	2,87	0	
11102	Usa, Ortsrand Friedberg, oberhalb MWE Friedberg	D 7	3,19	4	4	4	4	2,92	3	3	3	4	4	4	4	2,25	2,25	0,20	19,81	3,18	9,09	
10210	Forbach, Nähe Wiesental	D 5	2,93	3	3	4	4	2,83	3	3	3	4	4	4	4	2,13	2,16	0,41	54,25	2,88	2,73	
10212	Rosbach, Ortslage Nieder-Wollstadt unterhalb MWE	D 5	3,32	4	4	4	5	2,79	3	3	3	4	4	4	4	2,25	2,14	0,12	7,49	3,31	4,26	
10215	Nidder, südlicher Ortsrand Glauberg unterhalb Gruppenkläranlage Stockheim	D 7	3,48	5	5	4	4	3,13	3	4	4	5	5	5	4	2,26	2,39	0,11	8,48	3,43	3,64	
11106	Nidder, nördlich Oberdorfelden, unterhalb MWE Oberdorfelden	D 7	3,13	3	3	4	4	2,88	3	3	3	4	4	4	4	2,16	2,21	0,25	27,53	3,13	5,6	
10223	Merkenfritzerbach, Nähe Gedern	D 6	2,92	3	3	3	3	2,69	2	2	2	3	3	3	3	2,20	2,13	0,32	36,16	2,94	2,29	
10226	Bleichenbach, Ortslage Geilhaar	D 5	3,22	4	4	4	4	3,00	3	4	4	5	5	5	4	2,33	2,95	0,18	16,44	3,23	4,67	
10229	Bleichenbach unterhalb Berghem	D 5	3,16	4	4	4	4	2,95	3	4	4	5	5	5	4	2,19	2,23	0,20	18,68	3,17	4,39	
10230	Seemenbach, unterhalb Nieder-Seemen, 1	D 6	2,99	3	3	3	3	2,75	2	2	2	4	4	4	4	2,23	2,15	0,27	29,34	3,03	1,89	
10233	Wolfsbach, Ortsrand Dudenrod	D 5	3,06	3	3	4	4	2,81	3	3	3	4	4	4	4	2,11	2,07	0,32	39,91	3,01	0,85	
10234	Krebsbach, oberhalb Nidderau, Nähe Schloss Naumburg	D 5	3,27	4	4	4	4	2,81	3	3	3	4	4	4	4	2,18	2,24	0,26	34,54	3,25	3,31	
10238	Erlenbach, unterhalb Ober-Erlenbach unterhalb GruppenKA Oberes Erlenbachtal	D 8.1	3,29	4	4	4	4	3,04	3	3	3	4	4	5	5	4	2,21	2,30	0,17	12,74	3,17	4,05
10241	Eschbach, oberhalb Hartheim	D 8.1	3,09	3	3	3	3	2,89	2	2	2	4	4	4	4	2,14	2,17	0,26	28,11	3,02	5,15	
10244	Eschbach, Ortslage Bad Homburg, Nähe MWE Gotenstraße und MWE Seedammabd	D 5	2,66	3	3	3	3	2,77	3	3	3	4	4	4	4	2,12	2,13	0,45	54,67	2,65	4,26	
10247	Urseibach, unterhalb Oberursel-Weißkirchen	D 8.1	2,93	2	2	2	2	2,91	2	2	2	4	4	4	4	2,48	2,25	0,23	17,62	2,86	6,52	
10257	Sulzbach, an der A66	D 8.1	3,15	4	4	3	3	2,94	2	2	2	4	4	4	4	2,25	2,27	0,28	35,07	3,13	9,91	
10261	Schwalbach, Lirnesstadt, Nähe Bildungsstätte	D 5	3,47	5	5	5	5	3,17	4	4	4	5	5	5	5	2,46	2,54	0,18	18,28	3,28	9,78	
10267	Schwarzbach, Nähe ND Walterstein	D 7	2,74	2	2	2	2	2,68	2	2	2	3	3	3	3	2,17	2,11	0,44	55,44	2,72	3,03	
10269	Schwarzbach, Hattersheim	D 8.2	2,77	2	2	2	2	2,89	2	2	2	4	4	4	4	2,18	2,16	0,42	52,75	2,77	7,81	
11397	Weilbach, Ortslage Weilbach	D 5	2,70	3	3	3	3	2,74	3	3	3	4	4	4	4	2,06	2,08	0,36	37,21	2,68	4,35	
10271	Wickerbach, unterhalb Delkenheim	D 5	3,03	3	3	4	4	2,81	3	3	3	4	4	4	4	2,16	2,12	0,37	45,8	2,91	6,87	
10796	Zweiter Käsbach, oberhalb Hochheim am Main	D 5	3,20	4	4	4	4	2,96	3	4	4	5	5	5	4	2,25	2,26	0,26	30,25	3,15	5,88	
10276	Salzbach, Wiesbaden-Bieblich, bei MWE Erbenheimer Weg	D 5	2,88	3	3	4	4	2,69	3	3	3	4	4	4	4	2,06	2,07	0,20	13,53	2,93	5,75	
12341	Fliede, oberhalb Rückers	D 5	2,70	3	3	3	3	2,55	2	2	2	3	3	3	3	2,00	2,00	0,47	60,63	2,72	-0,81	
12731	Kressenwasser, unterhalb Mündung Seitengewässer	D 5	2,74	3	3	3	3	2,52	2	2	2	3	3	3	3	2,02	1,99	0,41	46,9	2,66	-4,58	
12143	Nühne oberhalb der Ortslage Schreufa	D 7	2,77	2	2	2	2	2,28	2	2	2	2	2	2	2	2,01	1,98	0,30	26,38	2,72	4,76	
12799	Aar, unterhalb Mündung Neerlar	D 5	2,65	3	3	3	3	2,19	2	2	2	2	2	2	2	1,96	1,94	0,52	58,61	2,25	1,67	
10991	obere Elze, unterhalb Appenfeld, unterhalb Mündung Ripperswasser	D 5	2,86	3	3	3	4	2,43	2	2	2	2	2	2	2	2,06	2,01	0,30	29,48	2,82	6,11	
12702	untere Berka, zw. Mündung Kupferbach und Mittelbach	D 9.1	2,86	3	3	3	3	2,69	3	2	2	3	3	3	3	2,08	2,07	0,52	69,65	2,67	2,22	
12752	Schiltz, unterhalb Bernshausen	D 7	3,15	4	4	4	4	2,90	3	3	3	4	4	4	4	2,14	2,17	0,16	5,88	2,99	6,99	
12694	Weid, oberhalb Mündung Mühlbach	D 5	2,79	3	3	3	3	2,67	3	3	3	4	4	4	4	2,08	2,08	0,34	34,05	2,68	3,66	
11632	Calenberger Bach, unterhalb Wettesingen	D 9.1	2,82	3	3	2	2	2,68	3	2	2	3	3	3	3	2,08	2,08	0,42	54,42	2,82	0	
12380	Twiste unterhalb Berndorf	D 5	2,82	3	3	3	3	2,65	3	3	3	4	4	4	4	2,07	2,07	0,21	11,82	2,83	-2,53	
12817	Steina, östlich Seigertshausen	D 5	2,91	3	3	4	4	2,74	3	3	3	4	4	4	4	2,07	2,11	0,39	45,39	2,74	-7,75	
12741	Jossa, zw. MWE Einl. 13 RÜ IIIa Hosenfeld und MWE Einl. 9 RÜB Schletzenhausen	D 6	2,93	3	3	3	3	2,82	2	2	2	4	4	4	4	2,12	2,14	0,28	28,3	2,91	7,41	
12703	untere Berka, unterhalb Mündung Mittelbach	D 9.1	2,94	3	3	3	3	2,70	3	2	2	3	3	3	3	2,15	2,11	0,39	49,9	2,90	1,89	
12378	Hoppecke, südwestlich Willingen, Mündung Ruthenar	D 5	2,54	2	2	2	2	1,72	1	1	1	1	1	1	1	1,81	1,75	0,62	77,12	2,21	-3,81	
11157	Wilhelmshäuser Bach, Nähe Ortsrand Witzhausen	D 9.1	1,76	1	3	1	1	1,31	2	1	1	1	1	1	1	1,67	1,64	0,62	64,88	1,78	3,64	
12792	Öfe, oberhalb Neukirchen, oberhalb Mündung Seitengewässer	D 5	3,41	5	5	5	5	2,78	3	3	3	4	4	4	4	2,32	2,20	0,26	32,95	3,25	2,97	
10390	Gatterbach, oberhalb Warfried 2	D 9.1	2,71	3	3	2	2	2,63	3	2	2	3	3	3	3	1,83	2,03	0,43	51,32	2,68	0	
12739	Jossa, bei Gersrod	D 6	3,05	3	3	3	3	2,74	2	2	2	4	4	4								

Anhang

Tabelle 32 fortgesetzt

MST-ID	MST-Bezeichnung	D-Typ	T _{loc}	ÖZKL für T _{loc} nach den unterschiedlichen Trophieindexklassengrenzen					T _{Prifer}	ÖZKL für T _{Prifer} nach den unterschiedlichen Trophieindexklassengrenzen							S _{loc}	S _{Prifer}	Berechnung mittels PHYLIB			
				Rott 2006	Rott 2012	Rott NEU/ D5 a)	Rott NEU/ D5 b)	T _{Prifer}		Rott 2012	Rott NEU/ D5 a)	Rott NEU/ D5 b)	Prifer HE lin/ D5 a)	Prifer HE lin/ D5 b)	Prifer HE log/ D5 a)	Prifer HE log/ D5 b)			Prifer O+D	D _{loc}	RAS	T _{loc}
12011	Unterhalb KLA Hubenrode	D 9.1	2,89	3	3	3	3	2,63	3	2	2	3	3	3	3	3	2,09	2,06	0,44	58,61	2,82	2,13
12721	Hungershäuserbach, Ortslage Ermschwerd	D 9.1	2,96	3	3	3	3	2,67	3	2	2	3	3	3	3	3	2,13	2,12	0,31	35,24	2,93	5,34
11000	Schwülme, südlich Uslar	D 9.2	2,99	3	3	3	3	2,68	3	2	2	3	3	3	3	3	2,08	2,06	0,30	34,96	2,98	6,57
12146	Wesebach vor Einmündung in die Eder	D 5	2,67	3	3	3	3	2,53	2	2	2	3	3	3	3	3	2,02	2,03	0,44	52,03	2,58	1,14
12833	Hebenschäuser Bach, oberhalb Berge	D 8.1	2,91	2	2	2	2	2,59	1	1	1	2	2	2	2	2	2,07	2,06	0,41	53,26	2,90	6,31
10451	Eisoff 1 km oberhalb Mündung	D 5	2,87	3	3	3	4	2,43	2	2	2	2	2	2	2	3	2,04	2,00	0,51	58,19	2,36	5,05
12376	Diemel, oberhalb Hausda/Liebena, oberhalb Mündung Egge	D 10.1	2,76	2	3	2	2	2,56	2	2	2	2	2	2	2	2	2,07	2,05	0,47	60,53	2,71	4
12728	Rautenbach, oberhalb Ziegenhagen, unterhalb Mündung Nebengewässer	D 5	2,64	2	2	2	2	2,33	2	2	2	2	2	2	2	2	2,02	1,95	0,41	45,12	2,58	-2,27
10385	Bach bei Archfeld 1	D 8.1	2,72	2	2	2	2	2,69	2	2	2	3	3	3	3	3	2,09	2,10	0,58	79,56	2,57	5,13
10482	Steina, oberhalb Steina	D 5	2,72	3	3	3	3	2,41	2	2	2	2	2	2	2	3	2,03	1,98	0,26	18,28	2,69	3,45
12709	Alte Hainsbach, unterhalb Alte Hainsmühle	D 9.1	2,76	3	3	2	2	2,36	3	2	2	2	2	2	2	2	2,00	1,98	0,43	52,98	2,72	2,53
12512	Beise, oberhalb Beiseförth, oberhalb Mündung Nebengewässer	D 5	2,88	3	3	4	4	2,66	3	3	3	4	4	4	4	4	2,08	2,06	0,20	11,82	2,88	8,77
12738	Jossa, unterhalb MWE Einl. 9 RÜB Schletzenhausen	D 6	3,13	3	3	4	4	2,71	2	2	2	3	3	3	3	3	2,13	2,12	0,19	13,22	3,05	6,09
11581	Wesebach, oberhalb Gifitz	D 5	2,88	3	3	4	4	2,51	2	2	2	3	3	3	3	3	2,07	2,04	0,32	35,59	2,86	7,86
12383	Warme oberhalb Neue Mühle	D 5	2,80	3	3	3	3	2,66	3	3	3	4	4	4	4	4	2,05	2,08	0,45	48,85	2,41	0
11173	Beise, Ortsrand Beiseförth	D 5	2,91	3	3	4	4	2,68	3	3	3	4	4	4	4	4	2,06	2,07	0,18	10,34	2,96	10
12740	Jossa, unterhalb Mündung und oberhalb MWE Einl. 9 RÜB Schletzenhausen	D 6	3,04	3	3	3	3	2,74	2	2	2	4	4	4	3	3	2,10	2,09	0,21	17,74	3,01	3,7
11559	Nühne, südöstlich Neukirchen, oberhalb Mündung Ofte	D 5	2,81	3	3	3	3	2,42	2	2	2	2	2	2	2	3	2,06	2,05				
10397	untere Berka, zw. Schanze und auf der Sommerleite	D 9.1	2,81	3	3	2	2	2,70	3	2	2	3	3	3	3	3	2,09	2,09	0,46	60	2,78	-2,7
12754	Wesebach, Nähe Forsthaus Wehnerts	D 5	2,81	3	3	3	3	2,60	2	2	2	3	4	3	4	4	2,01	2,07	0,32	35,02	2,83	0,64
12763	Rohrbach, oberhalb Niedertalhausen, unterhalb Mündung Langensbach	D 5	2,76	3	3	3	3	2,55	2	2	2	3	3	3	3	3	2,01	2,05	0,45	56,76	2,72	5,11
12768	Rohrbach, oberhalb Gerterode	D 5	3,16	4	4	4	4	2,48	2	2	2	3	3	3	3	3	2,13	2,03	0,29	35,08	3,08	4,4
10967	Eder, oberhalb Röddena	D 7	3,39	5	5	4	4	2,99	3	3	3	4	4	5	5	4	2,16	2,22	0,25	29,6	3,19	3,73
12778	Beise, unterhalb Niederbeisheim, unterhalb KA Niederbeisheim	D 5	2,85	3	3	3	4	2,69	3	3	3	4	4	4	4	4	2,07	2,04	0,31	32,22	2,85	11,51
12767	Rohrbach, unterhalb Tann, unterhalb Mündung Biedebach	D 5	2,92	3	3	4	4	2,49	2	2	2	3	3	3	3	3	2,06	2,01	0,24	19,77	2,89	7,14
12802	Aar, unterhalb KA Lichterfels/ Goldelsheim (Aarmühle), unterhalb Eppe	D 7	2,63	2	2	2	2	2,66	2	2	2	3	3	3	3	3	2,08	2,05	0,51	65,29	2,62	4,26
11186	Netze, unterhalb Bühlen 2	D 5	2,87	3	3	3	4	2,71	3	3	3	4	4	4	4	4	2,10	2,08	0,30	28,57	2,79	7,14
12757	Geis, oberhalb Neuenstein, unterhalb Wiesennühle	D 5	2,86	3	3	3	4	2,68	3	3	3	4	4	4	4	4	2,09	2,07	0,37	39,07	2,66	1,92
12733	Kressenwasser, Ortslage Schweben	D 5	2,88	3	3	4	4	2,69	3	3	3	4	4	4	4	4	2,05	2,05	0,25	21,03	2,85	2,22
12812	Wesebach, Ortsrand Frebershausen, oberhalb MWE Frebershausen	D 5	2,69	3	3	3	3	2,55	2	2	2	3	3	3	3	3	2,05	2,02	0,38	42,94	2,69	0
11532	ChemieMST Geis, Bad Hersfeld	D 5	2,92	3	3	4	4	2,71	3	3	3	4	4	4	4	4	2,12	2,09	0,25	23,71	2,93	2,92
12046	Mühlenbach unterhalb Ortslage Landenhausen vor Mündung in Schiltz	D 6	2,96	3	3	3	3	2,64	2	2	2	3	3	3	3	3	2,02	2,05	0,31	35,93	2,93	1,32
12795	Ofte, zw. Mündung Nebengewässer und KA	D 5	3,44	5	5	5	5	2,77	3	3	3	4	4	4	4	4	2,33	2,22	0,19	23,97	3,39	0
12729	Rautenbach, unterhalb Mündung Schöllbach	D 5	2,68	3	3	3	3	2,18	2	2	2	2	2	2	2	2	1,99	1,91	0,45	57,61	2,73	-2,5
12722	Hungershäuserbach, unterhalb Kleinalmerode	D 9.1	2,68	3	3	2	2	2,36	3	2	2	2	2	2	2	2	2,01	1,96	0,49	58,5	2,45	0
12720	Hungershäuserbach, oberhalb Ermschwerd, unterhalb Mündung Nebengewässer	D 9.1	2,79	3	3	2	2	2,47	3	2	2	2	2	2	2	2	2,07	2,02	0,54	74,79	2,73	5,36
11582	ChemieMST Wesebach, Erdetal - Gifitz	D 5	2,86	3	3	3	4	2,68	3	3	3	4	4	4	4	4	2,10	2,08	0,39	47,7	2,83	3,94
12023	Unterhalb OL und KLA Hauswurz	D 6	2,93	3	3	3	3	2,72	2	2	2	3	3	3	3	3	2,05	2,07	0,22	17,5	2,95	7,2
12373	Katzenbach	D 5	3,28	4	4	4	4	2,76	3	3	3	4	4	4	4	4	2,15	2,07	0,39	53,88	3,07	-3,95
12798	Aar, oberhalb Eppe, Nähe oberhalb Wallmenmühle	D 5	2,88	3	3	4	4	2,50	2	2	2	3	3	3	3	3	2,08	2,04				
10375	Wied, westlich Hundsbach, Nähe Herdathurm	D 5	3,02	3	3	4	4	2,68	3	3	3	4	4	4	4	4	2,07	2,04	0,23	21,35	2,99	1,77
12716	Oberrieder Bach, unterhalb KA Hilgershausen	D 9.1	2,77	3	3	2	2	2,68	3	2	2	3	3	3	3	3	2,09	2,09	0,61	87,47	2,68	0
12700	untere Berka, Nähe Schutzhütte Ebersberg	D 9.1	2,77	3	3	2	2	2,70	3	2	2	3	3	3	3	3	2,07	2,08	0,59	81,55	2,59	0
12810	Wesebach, unterhalb Gellershausen, oberhalb MWE Gellershausen	D 5	2,81	3	3	3	3	2,60	2	2	2	3	4	3	4	4	2,08	2,06	0,33	35,16	2,78	5,88
12797	Aar, oberhalb Eppe	D 7	2,75	2	2	2	2	2,23	1	1	1	2	2	2	2	2	2,02	1,95	0,39	41,61	2,62	7,63
12747	Schiltz, Ortsrand Bad Salzschlirf, unterhalb KA	D 7	3,18	4	4	4	4	2,74	2	2	2	4	4	3	3	3	2,15	2,13	0,12	4,56	3,22	8,11
12742	Jossa, Ortslage Hosenfeld zw. MWE s	D 6	3,19	4	4	4	4	2,83	2	2	2	4	4	4	4	4	2,18	2,16	0,21	19,07	3,08	4,9
12771	Gude, zw. Erdpenhausen und Steckmühle	D 5	2,76	3	3	3	3	2,51	2	2	2	3	3	3	3	3	2,03	2,03	0,21	9,54	2,70	0
12787	Nühne, Nähe Sengersberg	D 7	3,00	3	3	3	3	2,47	2	2	2	2	2	2	2	2	2,08	2,04	0,24	21,12	2,96	2,36
12788	Nühne, unterhalb Mündung Mühlgraben	D 7	2,95	3	3	3	3	2,67	2	2	2	3	3	3	3	3	2,07	2,09	0,21	13,7	2,92	4,27
11220	Nieste, oberhalb Heiligenrode/Kassel	D 5	3,02	3	3	4	4	2,87	3	3	4	4	4	4	4	4	2,23	2,11	0,45	54,52	2,65	7,37
10402	Oberrieder Bach, nordwestlich Bad Sooden-Allendorf	D 9.1	2,75	3	3	2	2	2,75	3	2	2	4	4	4	4	3	2,10	2,10	0,46	58,7	2,72	5,48
12692	Weid, oberhalb MWE, unterhalb Mündung Fisch-Bach	D 5	2,82	3	3	3	3	2,69	3	3	3	4	4	4	4	4	2,07	2,08				
12793	Ofte, unterhalb Neukirchen, unterhalb KA	D 5	3,31	4	4	4	4	2,71	3	3	3	4	4	4	4	4	2,29	2,18	0,25	31,42	3,24	-1,65
11007	Diemel, Kreuzung Autobahn	D 9.2	2,79	2	3	2	2	2,58	3	2	2	2	2	2	2	2	2,07	2,05	0,42	48,71	2,60	3,51
10975	Wesebach, unterhalb Spicke/Kleinern	D 5	2,79	3	3	3	3	2,67	3	3	4	4	4	4	4	4	2,08	2,06	0,33	35,13	2,79	2,74
11510	Fulda, Wehr Neue Mühle 2	D 10.1	2,93	3	3	2	2	2,73	2	2	2	3	3	3	3	3	2,07	2,05				
12714	Oberrieder Bach, unterhalb Mündung Hergraben	D 9.1	2,73	3	3	2	2	2,59	3	2	2	2	2	2	2	2	2,06	2,04				
11185	Reiherbach, oberhalb Nieder-Werbe, oberhalb Mündung Klingebach	D 5	2,70	3	3	3	3	2,26	2	2	2	2	2	2	2	2	1,93	1,95	0,23	10,57	2,66	0
11542	Rohrbach, Nähe Ortsrand Reilios	D 5	2,97	3	3	4	4	2,45	2	2	2	2	2	2	2	3	2,08	2,00	0,25	21,19	2,90	6,37
11208	Pilgerbach, westlicher Ortsrand Grifte	D 5	2,87	3	3	3	4	2,70	3	3	3	4	4	4	4	4	2,05	2,07	0,28	26,68	2,85	6,56
11533	Geis, Ortslage Unterges.	D 5	2,84	3	3	3	4	2,65	3	3	3	4	4	4	4	4	2,00	2,02	0,35	40,6	2,86	0,72
12707	Alte Hainsbach, Ortsrand Allendorf	D 9.1	2,77	3	3	2	2	2,52	3	2	2	2	2	2	2	2	2,02	2,04	0,44	56,21	2,74	6,25
12695	Weid, unterhalb Unterweid	D 5	3,00	3	3	4	4	2,62	2	2	2	4	4	3	4	4	2,05	2,03	0,28	28,23	2,92	-1,77
12820	Steina, westlich Seigershausen	D 5	2,75	3	3	3	3	2,61	2	2	2	3	4	3	4	4	2,08	2,06	0			

Anhang

Tabelle 32 fortgesetzt

MST-ID	MST-Bezeichnung	D-Typ	T _{Rot}	ÖZKL für T _{Rot} nach den unterschiedlichen Trophieindexklassengrenzen					T _{Pfister}	ÖZKL für T _{Pfister} nach den unterschiedlichen Trophieindexklassengrenzen							S _{Rot}	S _{Pfister}	D _{FE}	RAS	T _{Rot}	H _{Zusamm}	
				Rott 2006	Rott 2012	Rott NEU/ D5 a)	Rott NEU/ D5 b)	Rott NEU/ D5 c)		Rott NEU/ D5 d)	Rott NEU/ D5 e)	Rott NEU/ D5 f)	Rott NEU/ D5 g)	Rott NEU/ D5 h)	Rott NEU/ D5 i)	Rott NEU/ D5 j)							Rott NEU/ D5 k)
12749	Schiltz, unterhalb Müs, unterhalb KA Müs	D 7	3,15	4	4	4	4	4	2,67	2	2	2	3	3	3	3	3	2,10	2,08	0,16	11,41	3,16	7,89
12811	Wesebach, unterhalb KA Frebershausen/Gellershäuser Str 12	D 5	2,66	3	3	3	3	3	2,33	2	2	2	2	2	2	2	2	2,05	1,98	0,50	63,65	2,62	0
11580	Nuhne, oberhalb Schreufa	D 7	2,95	3	3	3	3	3	2,35	2	2	2	2	2	2	2	2	2,05	2,00	0,20	17,27	3,11	6,31
10972	Nuhne, unterhalb Schreufa	D 7	3,15	4	4	4	4	4	2,68	2	2	2	3	3	3	3	3	2,13	2,09	0,19	15,27	3,11	4,2
12783	Goldbach, oberhalb Röddenu, Nähe Winter-Dachsbau	D 5	2,03	2	2	2	2	1,31	1	1	1	1	1	1	1	1	1,69	1,64	0,35	19,44	2,12	-6,52	
10379	Herfabbach, Ortsrand Herfagrund	D 5	2,98	3	3	4	4	2,85	3	3	4	4	4	4	4	4	2,13	2,13	0,31	34,28	2,92	9,15	
11499	Wehre, unterhalb Oetmannshausen	D 9.2	2,85	3	3	2	2	2,63	3	2	2	2	2	2	2	2	1,94	2,07	0,50	67,03	2,73	1,15	
12727	Rautenbach, oberhalb Ziegenhagen, unterhalb Mündung Linnensgrundbach	D 5	2,68	3	3	3	3	2,35	2	2	2	2	2	2	2	2	2,02	1,97	0,51	63,77	2,52	-2,16	
12780	Beise, oberhalb Niederbeisheim, unterhalb Mündung Nebengewässer	D 5	2,79	3	3	3	3	2,33	2	2	2	2	2	2	2	2	1,99	1,95	0,25	18,65	2,75	8,53	
12773	Beise, unterhalb Rengshausen	D 5	2,97	3	3	4	4	2,70	3	3	3	4	4	4	4	4	2,05	2,01	0,26	27,43	2,99	3,85	
12745	Jossa, unterhalb MWE Einl. 17 RÜ III Jossa, oberhalb Mündung Seitengewässer	D 6	2,88	3	3	3	3	2,66	2	2	2	3	3	3	3	3	2,21	2,08	0,26	23,28	2,89	0,75	
12718	Oberrieder Bach, unterhalb Mündung Ottersbach	D 9.1	2,74	3	3	2	2	2,66	3	2	2	3	3	3	3	3	2,09	2,08	0,52	67,27	2,57	5,26	
12813	Wesebach, oberhalb Frebershausen	D 5	2,71	3	3	3	3	2,57	2	2	2	3	3	3	3	4	2,08	2,04	0,41	48,63	2,67	6,9	
12790	Aar, unterhalb Neukirchen	D 5	3,36	5	5	4	5	2,61	2	2	2	3	4	3	4	4	2,24	2,12	0,30	38,46	3,13	1,75	
10469	Berfa, unterhalb Eibenrod, oberhalb Krausenberg	D 5	3,17	4	4	4	4	2,58	2	2	2	3	3	3	3	4	2,21	2,09	0,19	17,42	3,14	6,25	
12784	Nuhne, unterhalb Reggershausen, unterhalb KA	D 5	3,11	3	3	4	4	2,49	2	2	2	3	3	3	3	3	2,12	2,07	0,27	31,19	3,06	3,91	
12471	Wiesbach, oberhalb Queck	D 5	3,30	4	4	4	4	2,62	2	2	2	4	4	4	4	4	2,11	2,13	0,32	43,37	3,18	2,91	
12822	Drusel, Ortsrand Kassel	D 5	2,86	3	3	3	3	2,82	3	3	3	4	4	4	4	4	2,08	2,03	0,37	43,2	2,81	11,21	
12758	Geis, unterhalb Salzberg, oberhalb MWE 6 (RÜ R15, OT Salzberg)	D 5	2,85	3	3	3	4	2,59	2	2	2	3	4	3	3	4	1,99	2,06	0,38	45,78	2,81	5,56	
12744	Jossa, unterhalb Zulauf Seitengewässer, Nähe Europahof	D 6	2,85	3	3	3	3	2,76	2	2	2	4	4	4	4	4	2,10	2,10	0,37	44,02	2,80	4,81	
11158	Hungershäuserbach, oberhalb Ermschwerd, oberhalb Mündung Nebengewässer	D 9.1	2,72	3	3	2	2	2,40	3	2	2	2	2	2	2	2	2,03	1,98	0,31	29,36	2,71	6,45	
12320	Ulster, oberhalb Batten	D 5	2,87	3	3	3	4	2,57	2	2	2	3	3	3	3	4	2,05	1,99	0,33	32,13	2,65	3,73	
12815	Wesebach, oberhalb Kleinem	D 5	2,66	3	3	3	3	2,42	2	2	2	2	2	2	2	3	2,03	2,01	0,37	39,79	2,64	6,67	
12385	Forellenbach südlich Langenthal	D 5	2,87	3	3	3	4	2,67	3	3	3	4	4	4	4	4	2,06	2,05	0,32	38,51	2,96	0	
12796	Aar, unterhalb Erpe	D 7	2,96	3	3	3	3	2,48	2	2	2	2	2	2	2	2	2,10	1,97	0,40	49,28	2,79	0	
12730	Rautenbach, oberhalb Mündung Schöllbach	D 5	2,65	3	3	3	3	2,30	2	2	2	2	2	2	2	2	1,98	1,86	0,45	58,62	2,80	0	
12830	Engel, unterhalb Ubelgrönm	D 9.2	2,98	3	3	3	3	2,69	3	2	2	3	3	3	3	3	2,00	2,07	0,36	45,62	2,93	6,57	
12785	Nuhne, zw. MWE's Abwasserwerk Frankenberg	D 7	3,05	3	3	3	3	2,57	2	2	2	2	2	2	2	3	2,10	2,05	0,23	19,95	3,00	4,03	
12791	Öfe, Höhe Neukirchen, unterhalb Mündung Seitengewässer	D 5	3,06	3	3	4	4	2,70	3	3	3	4	4	4	4	4	2,15	2,12	0,22	17,97	2,95	1,01	
12047	Mühlenbach, oberhalb Ortslage Landenhausen	D 6	1,67	1	1	1	1	1,81	1	1	1	1	1	1	1	1	1,44	1,39	0,81	90,36	1,32	-28,26	
12772	Gude, oberhalb Nederruede	D 5	2,83	3	3	3	3	2,71	3	3	3	4	4	4	4	4	2,10	2,09	0,23	14,29	2,77	5	
12781	Eisolf, unterhalb Eisolf	D 5	2,93	3	3	4	4	2,54	2	2	2	3	3	3	3	3	2,09	2,05	0,60	70,73	2,16	6,73	
11187	Elbe, nördlicher Ortsrand Naumburg, unterhalb MWE Am kleinem Berg	D 5	2,84	3	3	3	4	2,67	3	3	3	4	4	4	4	4	2,10	2,08	0,32	33,09	2,81	7,96	
12761	Rohrbach, unterhalb Niederthalhausen, unterhalb Mündung Endersbach	D 5	2,84	3	3	3	4	2,50	2	2	2	3	3	3	3	3	2,07	2,02	0,43	56,19	2,84	4,07	
10434	Rohrbach, oberhalb Tann, oberhalb Mündung Biedebach	D 5	3,17	4	4	4	4	2,57	2	2	2	3	3	3	3	4	2,14	2,06	0,21	20,43	3,11	5,16	
11215	Wahlebach, Ortslage Kassel, oberhalb MWE Lehrhofstr.	D 5	2,97	3	3	4	4	2,70	3	3	3	4	4	4	4	4	2,11	2,12	0,30	31,89	2,88	5,69	
12705	untere Berka, unterhalb Frankershausen, unterhalb Mündung Hollenbach	D 9.1	2,83	3	3	2	2	2,68	3	2	2	3	3	3	3	3	2,08	2,09	0,40	49,38	2,77	3,57	
11202	Niedwiesensgraben, oberhalb Wabern	D 5	2,84	3	3	3	4	2,65	3	3	3	4	4	4	4	4	2,05	2,04	0,34	37,59	2,80	0	
12779	Beise, unterhalb Niederbeisheim, oberhalb KA Niederbeisheim	D 5	2,80	3	3	3	3	2,57	2	2	2	3	3	3	3	4	2,06	2,01	0,35	37,62	2,75	5,38	
12706	Kupferbach, Nähe Abterode	D 9.1	3,09	3	3	4	4	2,76	3	2	2	4	4	4	4	4	2,13	2,09	0,37	48,93	3,03	8	
11502	Oberrieder Bach, oberhalb Oberrieden	D 9.1	2,85	3	3	3	3	2,46	3	2	2	2	2	2	2	2	2,05	2,01	0,50	68,36	2,78	0	
12351	Linderhöferbach, oberhalb Mdg, Wellrichhäuserbach	D 5	3,18	4	4	4	4	2,25	2	2	2	2	2	2	2	2	2,12	1,95	0,47	59,95	2,64	0	
11004	Diemel, Ortsrand Stammen 1	D 10.1	2,84	2	2	2	2	2,60	2	2	2	2	2	2	2	2	2,06	2,06	0,40	49,83	2,83	6,56	
12724	Rautenbach, oberhalb Blickershausen	D 5	2,63	2	2	2	2	2,42	2	2	2	2	2	2	2	3	2,04	1,99	0,41	47,15	2,63	11,67	
11223	Hessenbecke (Hessenbach), unterhalb Hessebeck	D 5	3,20	4	4	4	4	2,76	3	3	3	4	4	4	4	4	2,26	2,19	0,30	36,19	3,02	3,31	
11155	Chemie MST Werra Letzter Heller	D 10.1	2,98	3	3	3	3	2,83	3	2	2	4	4	4	4	4	2,11	2,10	0,15	5,3	2,98	28,99	
12824	Hessenbecke, zw. Fürstenhagen und Hessebeck	D 5	3,29	4	4	4	4	2,71	3	3	3	4	4	4	4	4	2,14	2,12	0,38	53,26	3,11	6,96	
10523	Warme, unterhalb Obermeiser	D 7	2,83	2	2	2	2	2,64	2	2	2	3	3	3	3	3	1,95	2,04	0,25	20,05	2,81	3,51	
12737	Kressenwasser, oberhalb KA	D 5	2,77	3	3	3	3	2,74	3	3	3	4	4	4	4	4	2,02	2,03	0,39	47,48	2,82	-10,79	
12805	Reiherbach, unterhalb In der Reiherbach	D 5	3,02	3	3	4	4	2,68	3	3	3	4	4	4	4	4	2,08	2,07	0,19	12,99	3,00	6,93	
12713	Oberrieder Bach, oberhalb Duderode	D 9.1	2,84	3	3	2	2	2,65	3	2	2	3	3	3	3	3	2,06	2,06	0,57	70,48	2,34	0	
10971	Nuhne, südöstlich Neukirchen	D 7	3,09	3	3	4	4	2,52	2	2	2	2	2	2	2	2	2,10	2,08	0,15	11,67	3,26	8,57	
12760	Geis, unterhalb Gittersdorf, oberhalb KA Gittersdorf	D 5	2,90	3	3	4	4	2,69	3	3	3	4	4	4	4	4	2,07	2,07	0,20	12,56	2,91	9,17	
12708	Alte Hainsbach, oberhalb Ortsrand Allendorf	D 9.1	2,80	3	3	2	2	2,61	3	2	2	3	3	3	3	3	2,06	2,06	0,43	55,94	2,81	0	
10386	Bach aus Pferdsdorf, unterhalb Willershausen	D 8.1	2,83	2	2	2	2	2,72	2	2	2	3	3	3	3	3	2,08	2,07	0,51	67,99	2,65	3,45	
11565	ChemieMST Aar, Lichtenfels-Dalwigkthal	D 7	2,94	3	3	3	3	2,68	2	2	2	3	3	3	3	3	2,13	2,09	0,31	33,62	2,90	3,91	
12350	Eder oberhalb Viernünden	D 7	3,09	3	3	4</																	

Anhang

Tabelle 32 fortgesetzt

MST-ID	MST-Bezeichnung	D-Typ	T _{loc}	ÖZKL für T _{loc} nach den unterschiedlichen Trophieindexklassengrenzen					T _{fraser}	ÖZKL für T _{fraser} nach den unterschiedlichen Trophieindexklassengrenzen							S _{loc}	S _{fraser}	Berechnung mittels PHYLIB				
				Rott 2006	Rott 2012	Rott NEU/ D5 a)	Rott NEU/ D5 b)	T _{loc}		Rott 2012	Rott NEU/ D5 a)	Rott NEU/ D5 b)	Pfister HE lin/ D5 a)	Pfister HE lin/ D5 b)	Pfister HE log/ D5 a)	Pfister HE log/ D5 b)			Pfister O+D	D _{loc}	RAS	T _{loc}	H _{loc} (max)
12719	Oberrieder Bach, unterhalb Duderode	D 9.1	2,86	3	3	3	3	2,71	3	2	2	3	3	3	3	3	2,10	2,09	0,44	59,05	2,84	8,65	
10395	Leimbach, Ortsrand Reichensachsen	D 9.1	3,06	3	3	3	3	2,66	3	2	2	3	3	3	3	3	2,03	2,03	0,24	24,16	3,05	2,17	
12751	Schiltz, unterhalb Stockhausen, unterhalb KA Herstein - Stockhausen	D 6	3,16	4	4	4	4	2,71	2	2	2	3	3	3	3	3	2,09	2,06	0,21	21,08	3,16	4,93	
11008	Twiste, südlicher Ortsrand Warburg	D 7	3,15	4	4	4	4	2,83	2	2	2	4	4	4	4	4	2,19	2,16	0,18	12,98	3,08	10,22	
12827	Orpe, Nähe Neudorf, Mündung Heckerbicks, unterhalb KA	D 5	2,86	3	3	3	3	2,65	3	3	3	4	4	4	4	4	2,05	2,07	0,29	23,28	2,69	0	
12717	Oberrieder Bach, unterhalb Hilgershausen	D 9.1	2,70	3	3	2	2	2,71	3	2	2	3	3	3	3	3	2,08	2,08	0,44	55,48	2,70	5,56	
12816	obere Elbe, unterhalb Mündung Spole-Bach	D 5	2,81	3	3	3	3	2,69	3	3	3	4	4	4	4	4	2,07	2,07	0,18	4,8	2,80	2,25	
10423	Geis, oberhalb Untergeis	D 5	3,03	3	3	4	4	2,70	3	3	3	4	4	4	4	4	2,09	2,06	0,21	16,85	2,99	2,31	
12803	Aar, oberhalb KA Lichtenfels/ Goddelsheim (Aarmühle), unterhalb Eppe	D 7	2,93	3	3	3	3	2,60	2	2	2	3	3	2	2	2	2	2,12	2,05	0,34	36,51	2,80	5,04
10405	Rauterbach, Ortsrand Bickershausen	D 5	2,66	3	3	3	3	2,16	2	2	2	2	2	2	2	2	1,98	1,92					
12701	untere Berka, unterhalb Mündung Kupferbach	D 9.1	2,76	3	3	2	2	2,71	3	2	2	3	3	3	3	3	2,07	2,08	0,54	74,38	2,70	2,33	
10954	Soltz unterhalb Bëbra im neuen Gewässerverlauf	D 8.1	2,87	2	2	2	2	2,69	2	2	2	3	3	3	3	3	2,08	2,08	0,39	47,88	2,81	3,81	
12711	Alte Hainsbach, unterhalb Asbach	D 9.1	2,65	3	3	2	2	2,34	3	2	2	2	2	2	2	2	2,01	1,98	0,50	65,19	2,65	0	
12806	Reiherbach, unterhalb ehem Jagdschloß, unterhalb Mündung Vogelgraben	D 5	2,87	3	3	3	3	2,62	2	2	2	4	4	3	4	4	2,05	2,05	0,29	29	2,85	1,96	
12697	Weid, oberhalb Wendershausen	D 5	2,80	3	3	3	3	2,61	2	2	2	3	4	3	4	4	2,07	2,05					
12715	Oberrieder Bach, oberhalb Mündung Hergraben	D 9.1	3,00	3	3	3	3	2,62	3	2	2	3	3	3	3	3	2,07	2,04	0,42	55,75	2,87	0	
12019	Unterhalb KLA Fleden	D 6	3,49	5	5	4	4	2,94	3	3	3	4	4	4	4	4	2,47	2,30	0,13	10,67	3,39	6,73	
10048	Schwülme, unterhalb Varnawahlshausen	D 9.2	3,14	3	3	4	4	2,78	3	2	2	4	4	4	4	3	2,19	2,14	0,25	27,44	3,10	8,29	
11228	Kälberbach, zw. Diemelstadt und Warburg, südlich Wethen	D 8.1	2,89	2	2	2	2	2,25	1	1	1	1	1	1	1	1	1,90	1,95	0,35	40,1	2,84	3,17	
12794	Ölle, oberhalb Neukirchen	D 5	3,47	5	5	5	5	2,85	3	3	4	4	4	4	4	4	2,39	2,25	0,20	25,66	3,36	2,5	
11491	Uster, oberhalb Mündung Scheppenbach	D 5	3,01	3	3	4	4	2,51	2	2	2	3	3	3	3	3	2,04	2,00	0,36	38,96	2,73	2,27	
12819	Steina, unterhalb Mündung Angersbach	D 5	2,74	3	3	3	3	2,61	2	2	2	3	4	3	4	4	2,08	2,06	0,37	40,13	2,67	10,84	
12823	Hemelbach, unterhalb Mündung Tiefenbach	D 5	2,46	2	2	2	2	2,12	2	2	2	2	2	2	2	2	1,61	1,71	0,61	77,73	2,60	-17,69	
12800	Aar, oberhalb Nieder-Schleiden	D 5	2,62	2	2	2	2	2,13	2	2	2	2	2	2	2	2	1,99	1,87	0,51	69,93	2,30	-9,09	
11222	Hemelbach, oberhalb Voeckerhagen	D 5	2,61	2	2	2	2	2,18	2	2	2	2	2	2	2	2	1,76	1,83	0,50	64,9	2,61	-5,17	
12753	Schiltz, Höhe Nieder-Stöil, unterhalb KA Hehrmühle	D 7	3,17	4	4	4	4	2,80	2	2	2	4	4	4	4	4	2,14	2,15	0,17	12,18	3,14	8,16	
10413	Schiltz, oberhalb Uthausen	D 7	3,13	3	3	4	4	2,76	2	2	2	4	4	4	4	4	2,13	2,12	0,18	13,77	3,08	4,49	
10511	Losse, Ortslage Niederkauflungen	D 5	2,99	3	3	4	4	2,68	3	3	3	4	4	4	4	4	2,01	2,06	0,23	19,77	2,97	8,33	
11523	Herstein-Stockhausen	D 6	3,05	3	3	3	3	2,74	2	2	2	4	4	3	3	3	2,13	2,10	0,26	25,88	2,98	4,1	
12312	Werra, unterhalb Bickershausen	D 10.1	2,99	3	3	3	3	2,85	3	2	2	4	4	4	4	4	2,12	2,10	0,17	10,72	3,09	21,33	
12804	Reiherbach, oberhalb Klingelbach	D 5	2,93	3	3	4	4	2,69	3	3	3	4	4	4	4	4	2,07	2,05	0,19	9,88	2,91	2,78	
10066	Stadtbach, zw. Kirschhausen und Fischweiher	D 5	2,96	3	3	4	4	2,82	3	3	3	4	4	4	4	4	2,17	2,10					
12645	Bach vom Bruchrainweiher, Ortsrand Offenbach-Rosenhöhe	D 8.1	3,04	3	3	3	3	2,74	2	2	2	3	3	3	3	3	1,94	2,16	0,25	25,13	3,03	5,22	
10102	Brombach, Ortslage Langenbrombach	D 5	3,28	4	4	4	4	2,69	3	3	3	4	4	4	4	4	2,20	2,12	0,29	37,06	3,14	6,14	
12607	Landgraben/Lorsch, unterhalb Hüttenfeld	D 8.1	3,31	4	4	4	4	2,68	2	2	2	3	3	3	3	3	2,17	2,08					
10367	Emsbach, westlich Oberbrechen	D 7	3,05	3	3	3	3	2,72	2	2	2	3	3	3	3	3	2,13	2,10	0,30	35,67	3,01	8,11	
12190	Heimbach, Erzhäuser-Nord	D 8.1	3,37	5	5	4	4	2,74	2	2	2	3	3	3	3	3	2,24	2,29	0,22	23,96	3,17	5,17	
10699	Gruendau, oh. Meisenm.	D 5	3,34	4	4	4	4	2,73	3	3	3	4	4	4	4	4	2,25	2,16	0,12	7,29	3,30	4,26	
12623	Gronaubach, Nähe NSG	D 5	2,73	3	3	3	3	2,41	2	2	2	2	2	2	2	2	1,71	1,87	0,46	57,3	2,62	-9,35	
12666	Wisper, Ortsrand Lorch	D 7	3,01	3	3	3	3	2,64	2	2	2	3	3	3	3	3	2,17	2,11	0,40	53,62	2,96	3,26	
10194	Waschbach, oberhalb Beststadt	D 5	3,38	5	5	4	4	2,62	2	2	2	4	4	3	3	4	1,95	2,21	0,13	9,96	3,35	7,35	
12252	Lahn oberhalb Buchenau	D 7	3,01	3	3	3	3	2,63	2	2	2	3	3	3	3	3	2,10	2,05	0,21	15,53	2,98	1,98	
12641	Bieber, Ortsrand Roßbach	D 5	3,06	3	3	4	4	2,62	2	2	2	4	4	3	3	4	2,04	1,97	0,31	34,1	2,88	-7,08	
10727	Horloff, oberhalb Grund Schwalheim, unterhalb Unterer Knappensee	D 7	3,06	3	3	3	3	2,67	2	2	2	3	3	3	3	3	2,03	2,03	0,36	47,14	3,02	2,33	
12224	Fischbach, Niederhausen-Süd	D 5	3,09	3	3	4	4	2,59	2	2	2	3	4	3	3	4	2,01	1,97	0,43	58,19	2,93	-3,17	
12686	Grundbach, unterhalb Hirschhausen	D 5	3,13	3	3	4	4	2,66	3	3	3	4	4	4	4	4	2,08	2,08	0,43	60,71	3,00	-4,55	
10098	Reiherbach, oberhalb Michelstadt	D 5	2,61	2	2	2	2	2,55	2	2	2	3	3	3	3	3	1,56	1,66	0,30	23,47	2,61	-0,89	
12615	Schmale Sinn, oberh. KA Mottgers	D 7	3,31	4	4	4	4	2,72	2	2	2	3	3	3	3	3	2,20	2,14	0,26	32,61	3,18	6,67	
11657	Mühl- und Mittelgraben hinter KA Bensheim	D 8.1	3,19	4	4	3	3	2,61	1	1	1	2	2	2	2	2	1,97	2,07	0,10	0,75	3,18	11,11	
12545	Emsbach, oberhalb Zusammenfluss mit Eisenbach, bei Selters	D 7	3,05	3	3	3	3	2,66	2	2	2	3	3	3	3	3	2,09	2,06	0,27	28,79	3,01	1,98	
12629	Amorbach, Wald-Amorbach, unterhalb MWE B 18 Wald-Amorbach	D 5	3,00	3	3	4	4	2,74	3	3	3	4	4	4	4	4	2,14	2,15	0,42	54,67	2,85	5,75	
12662	Wisper, unterhalb Mündung Ernstbach	D 7	2,90	3	3	3	3	2,72	2	2	2	3	3	3	3	3	2,12	1,98	0,44	57,57	2,83	-7,59	
11036	Darmbach, oberh. Woog OL	D 5	3,30	4	4	4	4	2,65	3	3	3	4	4	4	4	4	1,93	1,96	0,24	19,3	2,89	3,49	
11910	Schwalbenbach oh Bepplersche Mühle	D 5	3,17	4	4	4	4	2,64	2	2	2	4	4	4	4	4	2,01	1,99	0,52	70,31	2,71	-1,09	
11951	Kallenbach oh KA Greifenstein/Nenderoth	D 5	2,99	3	3	4	4	2,59	2	2	2	3	4	3	3	4	2,07	2,04	0,34	39,04	2,86	-1,92	
12546	Emsbach, oberhalb KA Selters (Taurus)/Nederselt	D 7	3,10	3	3	4	4	2,71	2	2	2	3	3	3	3	3	2,15	2,08	0,27	30,12	3,04	1,05	
10791	Liederbach, Ortslage Frankfurt-Höchst	D 8.1	3,20	4	4	3	3	2,90	2	2	2	4	4	4	4	4	2,16	2,24	0,31	39,39	3,08	5,75	
12209	Brombach, Langenbrombach OL	D 5																					

Anhang

Tabelle 32 fortgesetzt

MST-ID	MST-Bezeichnung	D-Typ	ÖZKL für T _{rot} nach den unterschiedlichen Trophieindexklassengrenzen					T _{Pfister}	ÖZKL für T _{Pfister} nach den unterschiedlichen Trophieindexklassengrenzen							S _{rot}	S _{Pfister}	D _{Fe}	Berechnung mittels PHYLIP				
			T _{rot}	Rott 2006	Rott 2012	Rott NEU/ D5 a)	Rott NEU/ D5 b)		Rott 2012	Rott NEU/ D5 a)	Rott NEU/ D5 b)	Pfister HE lin/ D5 a)	Pfister HE lin/ D5 b)	Pfister HE log/ D5 a)	Pfister HE log/ D5 b)				Pfister O+D	T _{rot}	H _{Zusamm}		
10223	Merkenfritzerbach, Nähe Gadem	D 6	2,93	3	3	3	3	2,74	2	2	2	2	4	4	3	3	3	2,07	2,08	0,27	25,75	2,89	-1,69
12671	Perf/ehemals258,6, Höhe Breidenstein, unterhalb MWE	D 7	3,05	3	3	3	3	2,57	2	2	2	2	2	2	2	2	3	2,11	2,04	0,24	21,55	2,95	0
10363	Grundbach, oberhalb Ahausen/Weilburg, Nähe Kellerscheck	D 5	3,07	3	3	4	4	2,70	3	3	3	4	4	4	4	4	4	2,13	2,12				
11033	Sitz, Grube Messel 2	D 5	3,22	4	4	4	4	2,74	3	3	3	4	4	4	4	4	4	2,15	2,02	0,38	47,07	2,85	4,07
12617	Schmale Sinn, oberhalb Geisberg-Weichersbach	D 5	3,16	4	4	4	4	2,71	3	3	3	4	4	4	4	4	4	2,12	2,03	0,36	47,12	2,99	-1,71
11346	ChemieMST Bieber, Biebergemuend-Wirtheim	D 5	3,24	4	4	4	4	2,67	3	3	3	4	4	4	4	4	4	2,17	2,12	0,23	23,71	3,13	5,74
10284	Walluf, Mühlenhof	D 5	2,99	3	3	4	4	2,80	3	3	3	4	4	4	4	4	4	2,13	2,10	0,42	56,61	2,90	9,38
10093	Mutterbach Ortslage Seckmauern	D 5	3,38	5	5	4	5	2,73	3	3	3	4	4	4	4	4	4	2,24	2,20	0,19	20,85	3,29	5,95
10680	Bieber, unterhalb Bieber	D 5	2,96	3	3	4	4	2,59	2	2	2	3	4	3	3	3	4	1,96	1,97	0,39	45,89	2,75	-1,79
12633	Hegwaldbach, Höhe Eppertshausen	D 8.1	2,96	3	3	3	3	2,17	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1,69	1,82	0,66	70,91	1,73	-15,71
10890	Weil, südlicher Ortsrand Weilmünster	D 7	3,11	3	3	4	4	2,70	2	2	2	3	3	3	3	3	3	2,19	2,09	0,31	38,15	3,06	3,16
11677	in Baberhausen	D 8.2	3,27	4	4	3	3	2,71	2	2	2	3	3	3	3	3	3	2,14	2,11	0,21	21,5	3,19	5,71
11322	Gronaubauch, Nähe Ortsrand Altengronau	D 5	3,05	3	3	4	4	2,63	2	2	2	2	4	4	4	4	4	2,08	2,05	0,29	34,06	3,02	-3,16
12678	Blasbach, unterhalb Mündung Grenzbach	D 5	2,76	3	3	3	3	2,72	3	3	3	4	4	4	4	4	4	2,11	2,11	0,41	49,21	2,74	-1,45
10235	Erlenbach, Ortsrand Burgholzhausen	D 5	3,15	4	4	4	4	2,69	3	3	3	4	4	4	4	4	4	2,15	2,10	0,37	47,01	2,93	0
12551	Eisenbach, unterhalb Zusammenfluss mit Emsbach, be	D 5	2,84	3	3	3	3	2,72	3	3	3	4	4	4	4	4	4	2,07	2,07	0,39	49,38	2,86	-2,27
10144	Schandelbach, Brücke n. Großenhsn.	D 5	3,52	5	5	5	5	2,77	3	3	3	4	4	4	4	4	4	2,22	2,24	0,07	2,36	3,50	21,69
12684	Grundbach, unterhalb Drommershausen, oberhalb Mündung Nebengewässer	D 5	3,05	3	3	4	4	2,70	3	3	3	4	4	4	4	4	4	2,16	2,07	0,41	54,11	2,90	-2,38
10005	Neckar, rechtes Ufer bei Neckarhausen	D 10.2	2,92	3	3	2	2	2,76	2	2	2	3	3	3	3	3	3	2,10	2,10	0,30	31,34	2,87	10,14
11053	Schmale Sinn, unterh. KA Mottgers	D 7	3,31	4	4	4	4	2,72	2	2	2	3	3	3	3	3	3	2,22	2,16	0,26	32,46	3,20	0,81
10233	Wolfsbach, Ortsrand Dudenrod	D 5	3,10	3	3	4	4	2,72	3	3	3	4	4	4	4	4	4	2,12	2,12	0,35	47,78	3,12	3,81
11059	Mergbach Klein-Gumpen	D 5	3,06	3	3	4	4	2,74	3	3	3	4	4	4	4	4	4	2,04	2,12	0,48	65,27	2,81	-4,9
12621	Gronaubauch, unterhalb Mündung Wolfsgraben	D 5	3,31	4	4	4	4	2,66	3	3	3	4	4	4	4	4	4	2,17	2,12	0,30	40,31	3,19	-4,17
11952	Kallenbach uh OL Arbom /Höhe Tongrube	D 5	2,98	3	3	4	4	2,55	2	2	2	3	3	3	3	3	3	1,94	2,06	0,52	68,44	2,62	-5
10253	Westerbach, Nähe südlicher Ortsrand Eschborn, oberhalb MWE Eschborn2	D 8.1	3,09	3	3	3	3	2,75	2	2	2	3	3	3	3	3	3	2,20	2,13	0,23	20,78	2,99	10,09
11301	ChemieMST Rinne, Lampertheim - Hofheim, nach KA vor PW	D 8.1	3,43	5	5	4	4	2,98	3	3	3	4	4	4	4	4	4	2,50	2,59	0,14	13,37	3,36	18,63
11911	Wetsbach uh KA Niederwitz	D 5	3,17	4	4	4	4	2,74	3	3	3	4	4	4	4	4	4	2,15	2,11	0,42	55,59	2,91	0
12540	Emsbach, unterhalb KA Brechen/ Niederbrechen, bei L	D 7	3,03	3	3	3	3	2,74	2	2	2	4	4	4	3	3	3	2,11	2,10	0,32	39,27	3,02	7,27
12634	Schiffische, Nähe Großkrotzenburg, 1	D 5	2,50	2	2	2	2	2,10	2	2	2	2	2	2	2	2	2	1,79	1,92	0,56	73,81	2,52	-16,98
12210	Kinzig	D 5	3,18	4	4	4	4	2,72	3	3	3	4	4	4	4	4	4	2,12	2,15	0,23	23,42	3,08	3,74
10012	Hegbach, unterhalb Märfelden	D 8.1	3,31	4	4	4	4	2,83	2	2	2	3	3	3	3	3	3	2,13	2,22	0,18	16	3,17	7,69
10021	ChemieMST Kinzig bei Hanau, Messstation	D 7	3,31	4	4	4	4	2,86	3	3	3	4	4	4	4	4	4	2,20	2,14	0,17	15,76	3,28	11,46
12266	Perf unterh. Zusammenfluß mit Diene	D 5	3,24	4	4	4	4	2,69	3	3	3	4	4	4	4	4	4	2,20	2,11	0,15	9,36	3,17	4,82
12248	Wisper unterhalb Geroldstein	D 5	2,79	3	3	3	3	2,62	2	2	2	4	4	4	3	4	4	2,01	1,96	0,44	54,93	2,72	-5,15
11119	Schwarzbach, an der A3	D 8.1	3,27	4	4	3	3	2,80	2	2	2	3	3	3	3	3	3	2,20	2,23	0,21	23,33	3,21	10,43
10100	Waldbach, oberhalb Zell	D 5	3,37	5	5	4	5	2,72	3	3	3	4	4	4	4	4	4	2,22	2,17	0,19	22,88	3,35	0
11015	Gaderner Bach, Wald-Michelbach OL	D 5	3,19	4	4	4	4	2,67	3	3	3	4	4	4	4	4	4	2,10	2,08				
12626	Kimbach, oberhalb Bad König, Nähe Künzels-Mühle	D 5	2,99	3	3	4	4	2,51	2	2	2	3	3	3	3	3	3	1,98	2,01	0,39	50,81	2,90	-8,89
12646	Bach vom Bruchrainweiher, Offenbach-Rosenhöhe	D 8.1	2,28	1	1	1	1	1,71	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1,26	1,31	0,63	65,63	1,73	-14,12
10298	Wollmar, unterhalb Wollmar	D 5	3,23	4	4	4	4	2,69	3	3	3	4	4	4	4	4	4	2,14	2,11	0,16	12,19	3,17	4,35
12176	oberer Winkelbach	D 5	2,98	3	3	4	4	2,66	3	3	3	4	4	4	4	4	4	2,05	2,03	0,33	37,77	2,90	0,83
10793	Ardelgraben, bei Raunheim, 1	D 8.1	3,30	4	4	4	4	3,06	3	3	3	4	4	4	5	5	4	2,29	2,08	0,23	22,22	3,07	17,44
10091	Ohrenbach, südwestlich Vielbrunn, Nähe Rote Hohl	D 5	3,07	3	3	4	4	2,64	2	2	2	4	4	4	4	4	4	2,22	2,01	0,43	60,53	2,97	-3
12613	Schmale Sinn, unterhalb Mündung Steiersbach	D 5	3,42	5	5	5	5	2,69	3	3	3	4	4	4	4	4	4	2,21	2,11	0,25	34,27	3,34	-4,9
10874	Dill, unterhalb Ehringshausen/Mühlbach, unterhalb KA Ehringshausen	D 7	3,18	4	4	4	4	2,69	2	2	2	3	3	3	3	3	3	2,14	2,05	0,17	13,36	3,17	4,81
11377	ChemieMST Ndder, Ortenberg - Lissberg (HE 2486.4)	D 7	2,94	3	3	3	3	2,74	2	2	2	4	4	4	3	3	3	2,12	2,08	0,24	21,84	2,93	8,26
12669	Wisper, südlich Mappershain	D 5	2,74	3	3	3	3	1,98	2	2	2	2	2	2	2	2	2	1,43	1,25	0,66	83,64	2,16	-31,82
12619	Gronaubauch, Nähe Neuengronau	D 5	3,15	4	4	4	4	2,69	3	3	3	4	4	4	4	4	4	2,08	2,00	0,28	32,32	3,03	2,21
11780	Rosphe oberh. Oberosphe	D 5	2,84	3	3	3	3	2,52	2	2	2	3	3	3	3	3	3	1,79	1,86	0,46	56,37	2,63	-9,73
10110	Gersprenz, Ober-Gersprenz 2	D 5	3,32	4	4	4	5	2,76	3	3	3	4	4	4	4	4	4	2,23	2,19	0,22	26,09	3,27	7,55
12547	Emsbach, unterhalb KA Selters (Taurus) / Niedersel	D 7	3,18	4	4	4	4	2,72	2	2	2	3	3	3	3	3	3	2,14	2,10	0,24	26,68	3,13	4,55
12657	Wolfsbach, unterhalb Wolf	D 5	3,18	4	4	4	4	2,68	3	3	3	4	4	4	4	4	4	2,18	2,13	0,35	48,25	3,10	7,83
12688	Wisper, unterhalb Wisper	D 5	2,88	3	3	4	4	2,58	2	2	2	3	3	3	3	3	3	2,15	1,94	0,52	75,51	2,84	0
11877	Wiesack zw. Gr.-Busack und Trohe	D 5	3,32	4	4	4	5	2,68	3	3	3	4	4	4	4	4	4	2,19	2,16	0,15	14,18	3,31	0
10696	Gründau, oberhalb Hain-Gründau, Nähe Stoppelwiese	D 6	3,04	3	3	3	3	2,74	2	2	2	4	4	4	3	3	3	2,15	2,13	0,45	61,07	2,86	6,6
12680	Kallenbach, oberhalb Niedershausen	D 5	3,12	3	3																		

Anhang

Tabelle 32 fortgesetzt

MST-ID	MST-Bezeichnung	D-Typ	T _{rot}	ÖZKL für T _{rot} nach den unterschiedlichen Trophieindexklassengrenzen					T _{Prislar}	ÖZKL für T _{Prislar} nach den unterschiedlichen Trophieindexklassengrenzen							S _{rot}	S _{Prislar}	D _{EG}	Berechnung mittels PHYLIB			
				Rott 2006	Rott 2012	Rott NEU/ D5 a)	Rott NEU/ D5 b)	Rott NEU/ D5 c)		Rott 2012	Rott NEU/ D5 a)	Rott NEU/ D5 b)	Pfister HE lin/ D5 a)	Pfister HE lin/ D5 b)	Pfister HE log/ D5 a)	Pfister HE log/ D5 b)				Pfister Ö+D	RAS	T _{rot}	H _{Zemmann}
10280	Mosbach, an der Gärtnerei	D5	3,36	5	5	4	5	2,81	3	3	3	4	4	4	4	4	2,08	2,43	0,22	28	3,33	7,56	
12667	Wisper, unterhalb Wisper, unterhalb KA Heidenrod / Neuroth	D5	3,02	3	3	4	4	2,68	3	3	3	4	4	4	4	4	2,14	2,14	0,47	67,67	2,98	-2,44	
11950	Kallenbach, unterhalb KA Greifenstein / Nenderoth	D5	3,33	4	4	4	5	2,69	3	3	3	4	4	4	4	4	2,21	2,14	0,15	12,9	3,31	1,28	
12622	Gronaubach, oberhalb Mündung Wolfsgraben	D5	3,33	4	4	4	5	2,68	3	3	3	4	4	4	4	4	2,08	2,07	0,23	27,22	3,25	0,7	
10359	Kallenbach, oberhalb Mündung Faulbach	D5	3,16	4	4	4	4	2,65	3	3	3	4	4	4	4	4	2,15	2,08	0,27	31,66	3,10	3,41	
12642	Grundau/Großer Weiher, südlich Spielberg	D6	3,17	4	4	4	4	2,55	2	2	2	2	2	2	2	3	2,02	2,05	0,35	47,41	3,08	-8,65	
12199	Ohrenbach	D5	3,34	4	4	4	5	2,52	2	2	2	3	3	3	3	3	1,94	1,91					
12528	Wörsbach, oberhalb Zusammenfluss mit Stinkerbach,	D7	3,14	3	3	4	4	2,71	2	2	2	3	3	3	3	3	2,11	2,08					
12628	Amorbach, Wald-Amorbach	D5	3,30	4	4	4	4	2,55	2	2	2	3	3	3	3	3	2,00	1,99	0,32	46,05	3,24	5,43	
12651	Lattwiesengraben, südlich Butzbach, unterhalb KA Butzbach/Nieder-Weisel, Gerkuhn	D5	2,94	3	3	4	4	2,74	3	3	3	4	4	4	4	4	2,09	2,11	0,34	38,74	2,87	2,22	
10716	Riedgraben, oberhalb Bergen-Einkheim	D8.1	3,39	5	5	4	4	2,12	1	1	1	1	1	1	1	1	1,83	1,98	0,48	56,46	2,50	-7,94	
11124	Lahn, nördlicher Ortsrand Ludwigshütte unterhalb KA Wallau	D7	2,97	3	3	3	3	2,66	2	2	2	3	3	3	3	3	2,13	2,09	0,27	25,8	2,87	7,07	
12611	Schmale Sinn, unterhalb Oberzell	D5	3,16	4	4	4	4	2,65	3	3	3	4	4	4	4	4	2,22	1,96	0,46	67,43	3,04	-6,96	
10761	Strassbach, südlicher Ortsrand Friedberg	D5	3,10	3	3	4	4	2,73	3	3	3	4	4	4	4	4	2,09	2,16					
12561	Auroffer Bach, bei Oberaroff	D5	2,91	3	3	4	4	2,42	2	2	2	2	2	2	2	3	2,07	1,97	0,52	74,38	2,85	-7,22	
12207	Rehbach/Steinbach-Taunus	D5	2,42	2	2	2	2	2,52	2	2	2	3	3	3	3	3	1,44	1,75	0,33	23,9	2,40	-9,82	
10294	Dietsch, unterhalb Oberdietsch, Nähe MWE Oberdietsch	D5	3,09	3	3	4	4	2,65	3	3	3	4	4	4	4	4	2,16	2,09	0,24	22,62	2,97	0	
12656	Wolfsbach, oberhalb Erbacher Hof	D5	3,18	4	4	4	4	2,76	3	3	3	4	4	4	4	4	2,09	2,09	0,25	29,5	3,14	2,36	
11090	Hainbach, OF- Tempelsee	D8.1	3,13	3	3	3	3	2,80	2	2	2	3	3	3	3	3	1,93	2,15	0,20	15,84	3,06	16,18	
10352	Umbach, Nähe Ortsrand Wallendorf Wallendorf, 1	D5	3,21	4	4	4	4	2,75	3	3	3	4	4	4	4	4	2,16	2,11	0,30	36,67	3,08	2,86	
10301	Felda, unterhalb Käßdingen, 2	D6	2,98	3	3	3	3	2,70	2	2	2	3	3	3	3	3	2,21	2,11	0,25	25,17	2,99	6,8	
11080	Bieber, Höhe Kassel, 2	D5	3,30	4	4	4	4	2,71	3	3	3	4	4	4	4	4	2,24	2,17	0,19	19,13	3,23	0	
12676	Welschbach, unterhalb Münchholzhausen	D5	3,03	3	3	4	4	2,67	3	3	3	4	4	4	4	4	1,94	1,97					
10598	Ohlebach, Ortslage Gross-Umstadt-Richen	D8.1	3,34	4	4	4	4	2,81	2	2	2	3	3	3	3	3	2,27	2,21	0,24	27,19	3,18	7,08	
10667	Umbach 1/ Mündungsbereich	D5	3,16	4	4	4	4	2,79	3	3	3	4	4	4	4	4	2,19	2,20					
12543	Emsbach, unterhalb KA Idstein Walsdorf	D5	3,09	3	3	4	4	2,73	3	3	3	4	4	4	4	4	2,16	2,12	0,31	35,21	2,94	9,89	
12529	Wörsbach, unterh. KA Hünstetten/Beuerbach,	D5	2,90	3	3	4	4	2,74	3	3	3	4	4	4	4	4	2,07	2,08	0,40	52,31	2,87	4,72	
11473	ChemieMST Weil, Weilburg, Guntersausen	D7	3,32	4	4	4	4	2,75	2	2	2	4	4	4	4	4	3	2,23	2,17	0,16	15,42	3,30	2,11
10366	Tiefenbach, unterhalb Ortslage Nedertiefenbach	D5	3,22	4	4	4	4	2,76	3	3	3	4	4	4	4	4	2,18	2,16	0,25	29,67	3,16	0	
12638	Bieber, Ortsrand Kassel, unterhalb Mündung Kesselbach	D5	3,29	4	4	4	4	2,70	3	3	3	4	4	4	4	4	2,20	2,18	0,27	32,94	3,12	5,74	
10682	Bieber, oberhalb Wirthheim, 2	D5	3,25	4	4	4	4	2,68	3	3	3	4	4	4	4	4	2,24	2,17	0,17	14,45	3,22	2,17	
10210	Forbach, Nähe Wiesental	D5	3,03	3	3	4	4	2,73	3	3	3	4	4	4	4	4	2,12	2,15	0,36	45,98	2,97	9,38	
11106	Nidder, nördlich Oberdorfelden, unterhalb MWE Oberdorfelden	D7	3,17	4	4	4	4	2,68	2	2	2	3	3	3	3	3	2,10	2,06	0,21	20	3,11	4,92	
10156	Waschbach, westlich Waldensberg	D5	3,06	3	3	4	4	2,49	2	2	2	3	3	3	3	3	1,96	1,65	0,52	76,14	2,91	-15,63	
13712	Umbach, vor Mündung in die Lahn	D5	2,69	3	3	3	3	2,65	3	3	3	4	4	4	4	4	2,05	2,06	0,45	52,1	2,52	2,94	
13695	Lunda, oberh. Zufluss Appenbörner Bach	D5	3,11	3	3	4	4	2,76	3	3	3	4	4	4	4	4	2,12	2,14	0,13	4,6	3,10	3,88	
13557	Froschgraben unterhalb Langsdorf, vor Mündung in den Hubbach	D6	3,08	3	3	4	4	2,93	3	3	3	4	4	4	4	4	2,20	2,33	0,29	33,6	3,01	6,85	
11317	Landsgraben, Ortsrand Darmstadt, Nähe Vixarium	D5	2,71	3	3	3	3	2,27	2	2	2	2	2	2	2	2	1,94	1,91	0,73	84,4	1,65	0	
10042	Hauhe, unterhalb Unterhauhe	D7	2,91	3	3	3	3	2,67	2	2	2	3	3	3	3	3	2,14	2,09	0,17	6,8	2,91	4,29	
10581	Sinn, oberhalb Altengronau, Mündung Schmale Sinn	D7	3,00	3	3	3	3	2,64	2	2	2	3	3	3	3	3	2,14	2,13	0,26	24,2	2,90	-0,6	
11036	Darmbach, oberh. Wogge OL	D5	2,86	3	3	3	4	2,49	2	2	2	3	3	3	3	3	2,02	2,05	0,47	54,7	2,46	0	
10530	Rhein, oberhalb Ginsheim, km 490.5 - rechtes Ufer	D10.2	2,77	2	2	2	2	2,72	2	2	2	3	3	3	3	3	2,05	2,09	0,40	50,2	2,84	9,14	
13710	Kerkerbach, unterh. Zufluss Allendorfer Bach	D5	2,62	2	2	2	2	2,63	2	2	2	4	4	4	4	4	2,08	2,09	0,31	28,6	2,67	3,42	
12440	Ohm, oberhalb Nieder-Ohmen, oberhalb Mündung Seebach	D6	2,88	3	3	3	3	2,64	2	2	2	3	3	3	3	3	2,09	2,04	0,23	17,3	2,89	2,68	
13697	Salzböde, oberh. Mündung der Vers	D5	2,96	3	3	4	4	2,67	3	3	3	4	4	4	4	4	2,08	2,10	0,26	26	2,98	5,88	
13714	Weibach, vor Mündung in die Aar	D5	2,55	2	2	2	2	2,71	3	3	3	4	4	4	4	4	2,09	2,09	0,60	77,4	2,38	-2,33	
13700	Isibach, vor Mündung in den Seebach	D6	2,84	2	2	2	2	2,70	2	2	2	3	3	3	3	3	2,11	2,10	0,39	48,4	2,81	0,72	
13704	Perl, oberhalb Zufluss der Diete	D5	2,66	3	3	3	3	2,25	2	2	2	2	2	2	2	2	2,10	2,11	0,26	16,8	2,64	0,93	
10390	Gatterbach, oberhalb Warfried 2	D9.1	2,81	3	3	2	2	2,62	3	2	2	3	3	3	3	3	1,83	1,98	0,37	39,8	2,70	0	
11710	Horloff oberh. Ortslage Hungen, oberh. Zufluss Hubbach	D6	2,78	2	2	2	2	2,71	2	2	2	3	3	3	3	3	2,08	2,10	0,33	33,9	2,77	3,88	
13720	Dill, oberh. Zufluss Roßbach	D5	3,20	4	4	4	4	2,57	2	2	2	3	3	3	3	3	2,16	2,12	0,48	60,3	2,61	-6,25	
13724	Elbbach, unterh. Zufluss Lasterbach	D7	2,82	2	2	2	2	2,70	2	2	2	3	3	3	3	3	2,16	2,09	0,36	41,5	2,82	4,42	
13706	Horloff, unterh. Zufluss Schifferbach	D6	2,85	3	3	3	3	2,77	2	2	2	4	4	4	4	4	2,09	2,08	0,36	45,5	2,93	1,87	
10975	Wesebach, unterhalb Spicke/Kleinern	D5	2,99	3	3	4	4	2,57	2	2	2	3	3	3	3	3	2,20	2,10	0,35	42,9	2,86	1,24	
11288	Jossa oberh. Grebenau	D5	2,92	3	3	4	4	2,66	3	3	3	4	4	4	4	4	2,10	2,21	0,35	31,4	2,54	-9	
13696	Vers, oberh. Mündung in die Salzböde	D5	2,53	2	2	2	2	2,72	3	3	3	4	4	4	4	4	2,15	2,13	0,59	79,5	2,47	2,53	
13698	Ohre, vor Mündung in die Alina	D5	2,59	2	2	2	2	2,72	3	3	3	4	4	4	4	4	2,10	2,10	0,46	66	2,59	2,56	
13719	Roßbach, vor Mündung in die Dill	D5	3,24	4	4	4	4	2,55	2	2	2	3	3										

Anhang

Tabelle 32 fortgesetzt

MST-ID	MST-Bezeichnung	D-Typ	ÖZKL für T _{ROST} nach den unterschiedlichen Trophieindexklassengrenzen					T _{PFISTER}	ÖZKL für T _{PFISTER} nach den unterschiedlichen Trophieindexklassengrenzen							S _{ROST}	S _{PFISTER}	D _{FE}	RAS	T _{ROST}	H _{Zusammen}		
			T _{ROST}	Rott 2006	Rott 2012	Rott NEU/ D5 a)	Rott NEU/ D5 b)		Rott NEU/ D5 a)	Rott NEU/ D5 b)	Rott NEU/ D5 a)	Rott NEU/ D5 b)	Pfister HE lin/ D5 a)	Pfister HE lin/ D5 b)	Pfister HE log/ D5 a)							Pfister HE log/ D5 b)	Pfister O+D
11609	Ems, oberhalb Böttiger 2	D 7	2,77	2	2	2	2	2,58	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2,05	2,04	0,25	18,36	2,78	2,11
10924	Frieda, oberhalb Werra/Frieda	D 9.2	2,81	2	3	2	2	2,70	3	2	2	3	3	3	3	3	3	2,08	2,08	0,33	35,36	2,77	5,51
10937	Fulda, Wehr Neue Mühle 1	D 10.1	3,23	4	4	4	4	2,92	3	2	2	4	4	4	4	4	2,15	2,20	0,20	20,98	3,24	9,79	
10391	Kellaerbach, oberhalb Schwebda, Nähe Schlucht Wolfstrunnen	D 9.1	2,83	3	3	2	2	2,57	3	2	2	2	2	2	2	2	3	2,00	2,03	0,41	52,74	2,85	0
12831	Vornbach, oberhalb Liebenau, Nähe Anhaltsberg	D 8.1	2,84	2	2	2	2	2,69	2	2	2	3	3	3	3	3	3	2,08	2,09	0,38	44,88	2,81	4,65
10040	ChemieMST Fulda, Wahnhausen, Messstation	D 10.1	3,34	4	4	4	4	3,07	4	3	3	5	5	5	5	4	2,15	2,25	0,22	27,19	3,28	14,69	
10388	Rambach, unterhalb Rambach	D 9.1	2,81	3	3	2	2	2,68	3	2	2	3	3	3	3	3	2,09	2,07	0,43	56,65	2,85	0	
10404	Gelster, oberhalb Hundelslshausen	D 9.1	2,71	3	3	2	2	2,72	3	2	2	3	3	3	3	3	2,09	2,09	0,50	65,19	2,67	8,11	
10038	Werra, oberhalb Blickershausen, oberhalb Mündung Rautenbach	D 10.1	3,15	4	4	4	4	2,96	3	3	3	4	4	4	4	4	2,16	2,14					
11496	Schlierbach, oberhalb Völkershausen, Nähe Obermühle	D 9.1	2,82	3	3	2	2	2,73	3	2	2	3	3	3	3	3	2,09	2,09	0,41	50,23	2,78	2,56	
10478	obere Antrieff, nördlicher Ortsrand Strebendorf	D 6	3,17	4	4	4	4	2,89	3	3	3	4	4	4	4	4	2,07	2,09	0,24	26,53	3,15	3,26	
10387	Heldrabach, oberhalb Heldra	D 5	2,76	3	3	3	3	2,62	2	2	2	4	4	4	4	4	2,02	2,06	0,37	40	2,70	0	
11508	ChemieMST Fulda, Fulda - Bromzell	D 7	2,78	2	2	2	2	2,69	2	2	2	3	3	3	3	3	2,06	2,08	0,30	30,02	2,79	5,1	
10048	Schwülme, unterhalb Vernawahlshausen	D 9.2	3,10	3	3	3	3	2,78	3	3	2	4	4	4	4	4	2,22	2,15	0,32	39,09	3,01	9,15	
11499	Wehre, unterhalb Oetmanshausen	D 9.2	2,98	3	3	3	3	2,67	3	2	2	3	3	3	3	3	2,07	2,06	0,31	36,59	2,96	6,08	
10375	Wied, westlich Hundsbach, Nähe Herdathum	D 5	2,75	3	3	3	3	2,68	3	3	3	4	4	4	4	4	2,06	2,07	0,31	31,01	2,76	0	
10472	Berfa, unterhalb Elbenrod 3	D 5	2,87	3	3	3	4	2,48	2	2	2	3	3	3	3	3	2,03	2,01	0,22	14,85	2,84	3,31	
11511	ChemieMST Fulda, Guxhagen	D 10.1	2,89	3	3	2	2	2,73	2	2	2	3	3	3	3	3	2,04	2,12	0,31	33,77	2,88	8,43	
10418	Schwarzbach, oberhalb Unter-Schwarz 2	D 5	3,19	4	4	4	4	2,79	3	3	3	4	4	4	4	4	2,19	2,22					
11490	Ulster, unterhalb Mündung Scheppenbach	D 7	2,85	3	3	3	3	2,43	2	2	2	2	2	2	2	2	2,04	1,98	0,32	31,32	2,76	3,73	
11539	ChemieMST Haune, Petersberg-Steinhaus	D 7	2,91	3	3	3	3	2,62	2	2	2	3	3	3	3	3	1,96	2,04	0,27	25	2,89	0	
10455	Koldbach, oberhalb Röddenau	D 5	2,71	3	3	3	3	2,33	2	2	2	2	2	2	2	2	2,00	1,91	0,39	43,75	2,71	-2,11	
10460	Heimbach, oberhalb Fürstenberg	D 5	2,64	2	2	2	2	2,37	2	2	2	2	2	2	2	2	1,85	1,95	0,30	26	2,69	-2,47	
11552	Mülmisch, unterhalb Eiterhagen	D 5	2,89	3	3	4	4	2,09	2	2	2	2	2	2	2	2	2,30	2,04	0,22	16,75	2,89	0	
10462	Aselbach, unterhalb Vöhl, bei Asel	D 5	2,64	2	2	2	2	2,21	2	2	2	2	2	2	2	2	1,91	1,92	0,31	23	2,53	-2,74	
12786	Nuhne, oberhalb Reggershausen	D 5	2,67	3	3	3	3	2,60	2	2	2	3	4	4	4	4	2,12	2,10	0,63	91,5	2,65	-13,95	
12553	Wichte, Ortsrand Neumorschen	D 5	2,70	3	3	3	3	2,63	2	2	2	4	4	4	4	4	1,93	2,01	0,32	25,75	2,55	0	
10431	Rhinbach, Ortsrand Rhina	D 5	2,96	3	3	4	4	2,76	3	3	3	4	4	4	4	4	2,14	2,21	0,23	18	2,91	-2,2	
11563	Wilde, unterhalb Bad Wildungen	D 5	2,62	2	2	2	2	2,62	2	2	2	4	4	4	4	4	1,95	2,04	0,28	21	2,62	0	
11564	Orke, oberhalb Mündung Heimbach	D 7	2,73	2	2	2	2	2,73	2	2	2	3	3	3	3	3	2,00	2,06	0,40	46,25	2,72	-5,33	
11186	Netze, unterhalb Büden 2	D 5	2,79	3	3	3	3	2,61	2	2	2	3	4	4	4	4	2,07	2,04	0,24	17,25	2,80	5,63	
10429	Rainbach, oberhalb Rothenkirchen	D 5	2,81	3	3	3	3	2,13	2	2	2	2	2	2	2	2	2,06	1,91	0,25	18,5	2,78	2,17	
10452	Elbrighäuserbach, südlich Neuludwigsdorf	D 5	2,52	2	2	2	2	1,87	2	2	2	1	1	2	2	2	1,87	1,81	0,38	37,75	2,52	-3,28	
10459	Lengelbach, nordöstlich Louisendorf, Nähe Hühnsmühle	D 5	2,65	3	3	3	3	2,57	2	2	2	3	3	3	3	4	1,76	1,98	0,33	30,25	2,65	-2,63	
12144	Itter vor Zufuss Marbeck	D 5	2,62	2	2	2	2	2,25	2	2	2	2	2	2	2	2	2,01	1,92	0,35	33,75	2,60	-3,03	
12804	Reiherbach, oberhalb Klingelbach	D 5	2,91	3	3	4	4	2,38	2	2	2	2	2	2	2	2	2,07	1,99	0,18	8	2,88	0	
12353	Riedgraben/Doddenau	D 5	2,47	2	2	2	2	1,90	2	2	2	1	1	2	2	2	1,80	1,81	0,44	48	2,47	0	
11570	Itter, oberhalb Herzhausen	D 5	2,60	2	2	2	2	2,67	3	3	3	4	4	4	4	4	1,88	2,01	0,41	44,75	2,53	-4,48	
12769	Meckbach, Nähe Ortslage Meckbach	D 5	3,02	3	3	4	4	2,72	3	3	3	4	4	4	4	4	2,07	2,05	0,22	19,25	3,03	2,22	
11554	Eder, oberhalb Niedermöllich, Nähe Kieswerk	D 10.1	2,62	2	2	2	2	2,59	2	2	2	2	2	2	2	2	1,84	1,98	0,57	77,75	2,57	-3,77	
10428	Steinbach, unterhalb Steinbach, oberhalb Mündung Haune, oberhalb KA Burghaun "Im Grund"	D 5	2,81	3	3	3	3	2,60	2	2	2	3	4	4	4	4	2,02	2,05	0,21	11	2,78	0	
12792	Öfe, oberhalb Neukirchen, oberhalb Mündung Seitengewässer	D 5	2,63	2	2	2	2	2,53	2	2	2	3	3	3	3	3	1,71	1,95	0,36	36,5	2,62	-2,63	
10458	Nentze, oberhalb Mdg.	D 5	2,83	3	3	3	3	1,88	2	2	2	1	1	2	2	2	2,07	1,78	0,51	71,75	2,83	-12,16	
10042	Haune, unterhalb Unterhaune	D 7	2,80	2	2	2	2	2,75	2	2	2	4	4	4	4	4	1,97	2,09	0,26	19,5	2,76	3,39	
10432	Eitra, Ortsrand Bodes	D 5	2,88	3	3	4	4	2,65	3	3	3	4	4	4	4	4	2,09	2,06	0,17	5,25	2,88	0	
10434	Rohrbach, oberhalb Tann, oberhalb Mündung Biedebach	D 5	2,87	3	3	3	4	2,75	3	3	3	4	4	4	4	4	2,09	2,14	0,24	20,75	2,89	0	
11539	ChemieMST Pfützbreden, Haunetal-Wehrda	D 5	2,90	3	3	4	4	2,79	3	3	3	4	4	4	4	4	1,85	1,97	0,25	22,25	2,90	-2,35	
11544	Bebra, oberhalb Bebra, Nähe Welgersberg	D 5	3,05	3	3	4	4	1,98	2	2	2	2	2	2	2	2	2,08	1,84	0,16	8,5	3,04	2,97	
11553	Schwarzen-Bach, oberhalb Guxhagen	D 5	2,77	3	3	3	3	2,58	2	2	2	3	3	3	3	4	2,00	2,03	0,35	38,75	2,77	0	
10437	Solz, Nähe Ortsrand Bebra	D 8.1	2,71	2	2	2	2	2,58	1	1	1	2	2	2	2	2	2,00	2,01	0,24	14	2,71	0	
10451	Elsoff 1 km oberhalb Mündung	D 5	2,83	3	3	3	3	2,66	3	3	3	4	4	4	4	4	2,09	2,07	0,59	89,5	2,85	-21,43	
11560	Nuhne, oberhalb Schreufa	D 7	2,73	2	2	2	2	2,75	2	2	2	4	4	4	4	4	2,06	2,09	0,37	41,75	2,71	7,46	
10444	Holzgraben, unterhalb Ober-Ellenbach	D 5	2,84	3	3	3	4	2,44	2	2	2	2	2	2	2	2	2,07	2,01	0,20	10,5	2,84	0	
11541	ChemieMST Solz, Bad Hersfeld - Sorga	D 8.1	2,89	2	2	2	2	2,80	2	2	2	3	3	3	3	3	2,09	2,10	0,15	25	2,89	-6,67	
11546	Hasselbach, unterhalb Schwarzenhasel	D 5	2,89	3	3	4	4	2,66	3	3	3	4	4	4	4	4	2,01	2,05	0,24	17	2,82	0	
10423	Gels, oberhalb Untergeis	D 5	3,00	3	3	4	4	2,70	3	3	3	4	4	4	4	4	2,11	2,09	0,26	28	3,02	2,13	
10442	Mündersbach, oberhalb Rotenburg an der Fulda	D 5	2,95	3	3	4	4	2,57	2	2	2	3	3	3	3	4	2,04	2,07	0,31	36,75	2,97	1,79	
12351	Linderhöferbach, oberhalb Mdg, Wellrichhäuserbach	D 5	2,69																				

Anhang

Tabelle 32 fortgesetzt

MST-ID	MST-Bezeichnung	D-Typ	T _{loc}	ÖZKL für T _{loc} nach den unterschiedlichen Trophieindexklassengrenzen				T _{frster}	ÖZKL für T _{frster} nach den unterschiedlichen Trophieindexklassengrenzen							S _{loc}	S _{frster}	Berechnung mittels PHYLIB				
				Rott 2006	Rott 2012	Rott NEU/ D5 a)	Rott NEU/ D5 b)		Rott 2012	Rott NEU/ D5 a)	Rott NEU/ D5 b)	Pfister HE lin/ D5 a)	Pfister HE lin/ D5 b)	Pfister HE log/ D5 a)	Pfister HE log/ D5 b)			Pfister O+D	D _{loc}	RAS	T _{loc}	H _{loc} mann
12680	Kallenbach, oberhalb Niedershausen	D 5	2,93	3	3	4	4	2,69	3	3	3	4	4	4	4	4	2,04	2,06	0,17	8	2,94	3,48
11457	ChemieMST Aar, Höhenahr - Mutersbach, Zulauf Aartalsperre	D 5	3,02	3	3	4	4	2,56	2	2	3	3	3	3	3	2,01	1,99	0,18	12,25	3,02	2,34	
11487	Klausbach, Mündungsbereich	D 5	3,05	3	3	4	4	2,76	3	3	3	4	4	4	4	2,03	2,07	0,24	25,75	3,08	2,08	
11479	ChemieMST Tiefenbach, Runkel - Steeden	D 5	2,99	3	3	4	4	2,81	3	3	3	4	4	4	4	2,07	2,13	0,22	19,25	3,00	2,2	
11429	ChemieMST Wohra, Wohratal - Wohra	D 7	2,93	3	3	3	3	2,59	2	2	2	2	2	2	2	1,97	2,04	0,17	7	2,93	2	
11467	ChemieMST Solmsbach, Braunfels - Bonbaden	D 5	3,03	3	3	4	4	2,68	3	3	3	4	4	4	4	2,12	2,12	0,21	17,75	3,03	1,79	
11425	Ohm, zwischen Cölbe und Bürgeln, Nähe Bernsdorfer Kuppe	D 7	3,06	3	3	3	3	2,83	2	2	2	4	4	4	4	1,96	2,09	0,13	3	3,07	1,65	
11426	ChemieMST Rulfbach, Amoenburg, oberhalb Muendung in Alte	D 5	2,99	3	3	4	4	2,60	2	2	2	3	4	4	4	2,05	2,06	0,15	4,5	2,99	0	
10293	Perf, bei Breidenstein, unterhalb See	D 7	2,65	2	2	2	2	2,38	2	2	2	2	2	2	2	1,90	1,98	0,26	17,75	2,65	-1,87	
11408	Lahn, oberhalb Oranienstein, Nähe Herrenwiese	D 10.1	3,15	4	4	4	4	2,94	3	2	2	4	4	4	4	2,23	2,40	0,22	23,5	3,14	1,59	
11475	Weinbach, unterhalb Weinbach	D 5	1,85	2	2	2	2	1,12	1	1	1	1	1	1	1	1,80	1,56	0,68	59	1,85	0	
10288	Esterbach, oberhalb Oestrich-Winkel	D 5	2,55	2	2	2	2	2,45	2	2	2	2	2	2	2	1,90	1,94	0,26	13	2,53	0	
10298	Wollmar, unterhalb Wollmar	D 5	2,84	3	3	3	3	2,65	3	3	3	4	4	4	4	2,09	2,03	0,18	6,75	2,84	2,94	
13697	Salzböde, oberh. Mündung der Vers	D 5	3,12	3	3	4	4	2,73	3	3	3	4	4	4	4	2,12	2,09	0,17	13,25	3,12	1,63	
11447	Lumda, Ortsrand Daubringen, Mündung Hainbach	D 7	2,89	3	3	3	3	2,68	2	2	2	3	3	3	3	1,97	2,00	0,19	11,25	2,91	0	
10312	Bentreff, unterhalb Rosenthal, oberhalb KA Grundbach, oberhalb Ahausen/Weilburg, Nähe Kellersheck	D 5	2,61	2	2	2	2	2,60	2	2	2	3	4	3	4	1,90	2,00	0,28	19,75	2,61	2,35	
10363	Werkbach oberh. Oberweimar	D 5	3,31	4	4	4	4	2,72	3	3	3	4	4	4	4	2,17	2,13	0,17	17,25	3,32	2	
10345	Blasbach, oberhalb Hermannstein	D 5	2,96	3	3	4	4	2,82	3	3	3	4	4	4	4	1,95	2,09	0,25	24,25	2,97	0	
11821	Hatzbach oberh. Wölterode	D 5	3,07	3	3	4	4	2,70	3	3	3	4	4	4	4	2,09	2,06	0,20	17,25	3,07	4,42	
11486	Dörsbach, nördlicher Ortsrand Laufenselden	D 5	2,96	3	3	4	4	2,60	2	2	2	3	4	3	4	1,79	2,05	0,22	19,25	2,98	0	
10340	Meerbach, Mündung Narzenbach	D 5	2,90	3	3	4	4	2,55	2	2	2	3	3	3	3	1,97	2,00	0,18	8,75	2,93	0	
10280	Mosbach, an der Gärtnerlei	D 5	2,76	3	3	3	3	2,39	2	2	2	2	2	2	2	2,00	1,98	0,37	41,75	2,76	6,25	
13710	Kerkerbach, unterh. Zufluss Allendorfer Bach	D 5	3,13	3	3	4	4	2,75	3	3	3	4	4	4	4	2,22	2,13	0,25	30	3,15	0	
12440	Ohm, oberhalb Nieder-Ohmen, oberhalb Mündung Seerbach	D 6	3,07	3	3	3	3	2,69	2	2	2	3	3	3	3	2,10	2,08	0,18	13	3,04	0	
10279	Wellritzbach, Wiesbaden-Klostermühle	D 5	2,67	3	3	3	3	2,35	2	2	2	2	2	2	2	1,80	1,91	0,32	28,25	2,64	-2,94	
10339	Dill, Nähe nördlicher Ortsrand Haiger	D 5	2,73	3	3	3	3	2,32	2	2	2	2	2	2	2	1,91	1,77	0,34	35,5	2,73	-2,68	
10878	Dill, oberhalb Herborn-Burg	D 7	3,08	3	3	4	4	2,76	2	2	2	4	4	4	4	2,16	2,08	0,21	20	3,08	0	
10322	Zweiter Ohm, bei Hochborn oberhalb KA Hochborn	D 5	3,02	3	3	4	4	2,65	3	3	3	4	4	4	4	1,93	2,07	0,22	19,5	3,03	3,2	
10353	Umbach, Nähe Ortsrand Wallendorf Wallendorf, 2	D 5	3,01	3	3	4	4	2,67	3	3	3	4	4	4	4	1,90	2,12	0,18	11,25	3,01	0	
11484	Lemp, oberhalb Ehringshausen, zw. Mündung Hainbach und Kumbach	D 5	3,11	3	3	4	4	2,93	3	4	4	4	5	5	5	2,11	2,17	0,19	17,5	3,14	0	
13695	Lumda, oberh. Zufluss Appenbörner Bach	D 5	3,72	5	5	5	5	3,29	4	4	4	5	5	5	5	2,44	2,63	0,04	2,75	3,72	5,8	
11458	Aar, bei Seelbach 1	D 7	3,53	5	5	5	5	3,20	4	4	4	5	5	5	5	2,26	2,41	0,06	2,25	3,53	0	
11484	ChemieMST Aar, Aarbergen-Michelbach, Pegel	D 7	2,98	3	3	3	3	2,70	2	2	2	3	3	3	3	2,01	2,04	0,15	4,25	2,98	3,96	
11297	Rhein, auf Höhe Bacharach	D 10.2	2,78	2	2	2	2	2,53	2	1	1	2	2	2	2	2,00	2,08	0,25	19	2,78	0	
10364	well, Etzauermühle	D 5	2,70	3	3	3	3	2,53	2	2	2	3	3	3	3	1,88	1,95	0,25	16,25	2,69	0	
11461	Amrdorfbach, Ortsrand Ukersdorf, unterhalb Mündung Medenbach	D 5	2,90	3	3	4	4	2,58	2	2	2	3	3	3	3	2,00	2,04	0,18	9	2,90	2,27	
11437	ChemieMST Marienbach, Kirchhain-Grossseeheilung	D 5	3,01	3	3	4	4	2,75	3	3	3	4	4	4	4	2,02	2,02	0,31	37,25	3,01	2,53	
13724	Elbbach, unterh. Zufluss Lasterbach	D 7	3,07	3	3	3	3	2,74	2	2	2	4	4	4	3	2,10	2,06	0,14	4,75	3,07	2,88	
11472	ChemieMST Weil, Weilmünster	D 7	2,91	3	3	3	3	2,67	2	2	2	3	3	3	3	2,06	2,06	0,19	10,25	2,93	0	
11418	Dautphe, bei Dautphe	D 5	2,80	3	3	3	3	2,56	2	2	2	3	3	3	3	2,01	2,02	0,20	9,5	2,80	2,17	
10299	Treibsbach, unterhalb Treisbach, Nähe Mündung Aubach	D 5	2,92	3	3	4	4	2,53	2	2	2	3	3	3	3	2,00	2,04	0,25	23,5	2,93	1,94	
12670	Lahn, Ortsrand Wallau, Nähe B 253	D 7	2,69	2	2	2	2	2,29	2	2	2	2	2	2	2	2,09	1,80	0,27	19,5	2,69	0	
10840	ChemieMST Lahn, Wetzlar	D 10.1	3,47	5	5	4	4	3,10	4	3	3	5	5	5	5	2,22	2,34	0,17	21,75	3,47	4,08	
11428	ChemieMST Klein, Stadtfällendorf - Niederklein	D 5	3,06	3	3	4	4	2,55	2	2	2	3	3	3	3	2,00	2,04	0,18	13	3,06	2,78	
10332	Bieber, bei Rodheim-Bieber, oberhalb MWE Rodheim, Amtmannsmühle	D 5	2,85	3	3	3	3	2,52	2	2	2	3	3	3	3	2,01	2,01	0,24	18,25	2,85	0	
11410	ChemieMST Lahn, Oberbiel, Messstation	D 10.1	3,04	3	3	3	3	2,73	2	2	2	3	3	3	3	2,11	2,10	0,25	27	3,04	3,97	
11353	Hainbach, Ortsrand Offenbach	D 8.1	2,67	2	2	2	2	2,51	1	1	1	2	2	2	2	1,76	1,97	0,31	26,61	2,65	-12,25	
10752	Usa, Ortslage Bad Nauheim oberhalb KA Bad Nauheim, 2	D 7	3,00	3	3	3	3	2,99	3	3	3	4	4	5	5	2,78	2,78	0,22	19,8	3,01	4	
11119	Schwarzbach, an der A3	D 8.1	2,79	2	2	2	2	2,67	2	2	2	3	3	3	3	2,12	2,18	0,37	43,76	2,79	3,53	
10223	Merkelfritzbach, Nähe Gedern	D 6	2,92	3	3	3	3	2,71	2	2	2	3	3	3	3	1,98	2,08	0,26	23,6	2,91	0,56	
11106	Nieder, nördlich Oberdorfleiden, unterhalb MWE Oberdorfleiden	D 7	3,03	3	3	3	3	2,80	2	2	2	4	4	4	4	2,16	2,19	0,20	15,53	3,03	3,14	
10241	Eschbach, oberhalb Hartheim	D 8.1	2,88	2	2	2	2	2,78	2	2	2	3	3	3	3	2,17	2,14	0,33	37,71	2,89	-0,79	
10796	Zweiter Käsbach, oberhalb Hochheim am Main	D 5	2,74	3	3	3	3	2,68	3	3	3	4	4	4	4	2,03	2,06	0,22	11,3	2,74	1,92	
11079	Orb in Bad Orb oh Mdg, Haselbach	D 5	3,00	3	3	4	4	2,94	3	4	4	5	5	5	5	4	3,12	2,95	0,21	17,05	3,00	-8,22
12644	Bach vom Bruchrainweiher, oberhalb Frankfurt-Oberrad	D 8.1	2,83	2	2	2	2	2,74	2	2	2	3	3	3	3	2,00	2,04	0,28	26,39	2,84	-2,55	
10247	Urselbach, unterhalb Oberursel-Weißkirchen	D 8.1	2,89	2	2	2	2	2,92	2	2	2	4	4	4	4	2,30	2,32	0,24	20,47	2,89	-5,38	
10189	Wehrbach, oberhalb Staden	D 5	2,60	2	2	2	2	2,53	2	2	2	3	3	3	3	2,01	1,86	0,47	57,49	2,59	3,42	
11113	Stenbach, Homburger Bahn	D 8.1	2,97	3	3	3	3	2,70	2	2	2	3	3	3	3	1,63	2,06	0,20	15,75	3,01	6,32	
11711	Horloff unterhalb Villigen	D 6	2,79	2	2	2	2	2,69	2	2	2	3	3	3	3	2,06	2,11	0,37	43,06	2,78	3,16	

Anhang

Tabelle 32 fortgesetzt

MST-ID	MST-Bezeichnung	D-Typ	ÖZKL für T _{Reot} nach den unterschiedlichen Trophieindexklassengrenzen					T _{Reot}	ÖZKL für T _{Pfister} nach den unterschiedlichen Trophieindexklassengrenzen							S _{Reot}	S _{Pfister}	D _{Re}	RAS	T _{Reot}	H _{Zusamm}	
			T _{Reot}	Rott 2006	Rott 2012	Rott NEU/ D5 a)	Rott NEU/ D5 b)		Rott 2012	Rott NEU/ D5 a)	Rott NEU/ D5 b)	Pfister HE lin/ D5 a)	Pfister HE lin/ D5 b)	Pfister HE log/ D5 a)	Pfister HE log/ D5 b)							Pfister O+D
11360	Nidda, unterhalb Schotten	D 6	2,56	2	2	2	2	2,30	2	2	2	2	2	2	2	2	1,89	1,96	0,50	61,85	2,55	-2,8
10187	Laisbach, Ortsrand Bohenhausen	D 6	3,08	3	3	4	4	2,84	2	2	2	2	4	4	4	4	2,16	2,22	0,25	27,49	3,09	4,94
12525	Nidda/Eichelsachsen	D 6	2,87	3	3	3	3	2,61	2	2	2	3	3	3	3	3	1,97	2,07	0,34	38,63	2,87	-3,8
11378	ChemieMST Bleichenbach, Ortenberg-Ursborn	D 5	2,92	3	3	4	4	2,80	3	3	3	4	4	4	4	4	2,18	2,21	0,31	35,07	2,92	1,48
10765	Hetzhofer Bach, Mündungsbereich	D 5	2,88	3	3	4	4	2,54	2	2	2	3	3	3	3	3	1,97	2,03	0,25	21,67	2,88	5,85
10171	Rodau Oberthausen (renaturierter Bereich) MST nicht repräsentativ ->neue Messstelle ab 2015 bei ID_Gis 53	D 8.1	3,03	3	3	3	3	3,02	3	3	3	4	4	5	5	4	2,62	2,36	0,20	17,06	3,08	-4,63
10215	Nidder, südlicher Ortsrand Glauberg unterhalb Gruppenkläranlage Stockheim	D 7	3,01	3	3	3	3	2,85	3	3	3	4	4	4	4	4	2,18	2,27	0,27	28,77	3,02	1,04
10208	Usa, Ortslage Bad Nauheim oberhalb KA Bad Nauheim, 1	D 7	2,90	3	3	3	3	2,75	2	2	2	4	4	4	4	3	2,06	2,06	0,19	10,65	2,90	5,32
10141	Bracht, Höhe Wächtersbach/Aulenuau	D 7	3,09	3	3	4	4	2,68	2	2	2	3	3	3	3	3	2,03	2,14	0,20	17,14	3,09	1,13
14001	Nidda Niederflorstadt Faulgasse	D 7	3,11	3	3	4	4	2,96	3	3	3	4	4	4	4	4	2,17	2,44				
10253	Westerbach, Nähe südlicher Ortsrand Eschborn, oberhalb MWE Eschborn2	D 8.1	2,81	2	2	2	2	2,90	2	2	2	4	4	4	4	3	2,15	2,24	0,37	42,86	2,81	6,31
10025	ChemieMST Nidda, Frankfurt - Nied. Messstation	D 10.1	2,75	2	3	2	2	2,80	3	2	2	4	4	4	4	4	1,98	2,14	0,34	36,59	2,75	6,67
11372	ChemieMST Usa, Bad Nauheim	D 7	2,94	3	3	3	3	2,87	3	3	3	4	4	4	4	4	2,25	2,20	0,31	37,03	2,98	9,29
11358	ChemieMST Nidda, Florstadt - Ober-Florstadt	D 7	3,06	3	3	3	3	2,91	3	3	3	4	4	4	4	4	2,22	2,30	0,29	34,04	3,07	4,08
10265	Liederbach, Oberliederbach	D 5	2,56	2	2	2	2	2,58	2	2	2	3	3	3	3	4	2,10	2,04	0,53	68,57	2,53	-3,81
11074	Umbach, südlicher Ortsrand Umbach	D 5	2,99	3	3	4	4	2,77	3	3	3	4	4	4	4	4	2,23	2,36	0,34	42,57	2,99	1,42
10670	Salz, unterhalb Bad Soden	D 6	2,78	2	2	2	2	2,79	2	2	2	4	4	4	4	4	2,00	2,18	0,26	21,31	2,77	2,63
12638	Bieber, Ortsrand Kassel, unterhalb Mündung Kasselbach	D 5	2,74	3	3	3	3	2,43	2	2	2	2	2	2	2	3	1,93	1,95	0,41	49,17	2,74	-7,33
10724	Nidda, unterhalb Dauernheim, westlich Nieder-Mockstadt	D 7	3,01	3	3	3	3	3,00	3	3	3	4	4	5	5	4	2,53	2,63	0,28	32,51	3,02	2,35
11373	Seebach Renat., Seewiese	D 5	2,71	3	3	3	3	2,67	3	3	3	4	4	4	4	4	2,09	2,06	0,42	50,59	2,70	1,85
11357	ChemieMST Nidda, Bad Vilbel/ Bonames Niddabrücke L 300	D 10.1	2,99	3	3	3	3	2,88	3	2	2	4	4	4	4	4	2,19	2,29	0,28	31,66	3,00	4,35
11103	Usa, unterhalb Westerfeld	D 5	2,75	3	3	3	3	2,50	2	2	2	3	3	3	3	3	2,06	2,05	0,42	52,4	2,74	4,67
14002	Nidda Oberflorstadt Niddabrücke	D 7	3,27	4	4	4	4	3,06	3	3	3	5	5	5	5	4	2,49	2,72				
10233	Wolfsbach, Ortsrand Dudenrod	D 5	2,83	3	3	3	3	2,73	3	3	3	4	4	4	4	4	1,98	2,16	0,28	25,9	2,84	-3,82
10234	Krebsbach, oberhalb Nidderau, Nähe Schloss Naumburg	D 5	3,17	4	4	4	4	2,83	3	3	3	4	4	4	4	4	2,19	2,25	0,22	23,3	3,18	1,84
11381	Seemenbach, oberhalb Büdingen	D 5	2,95	3	3	4	4	2,73	3	3	3	4	4	4	4	4	2,09	2,12	0,22	16,63	2,95	1,97
11091	Riedgraben, Brücke A 661	D 8.1	3,00	3	3	3	3	3,09	3	3	3	5	5	5	5	4	2,34	2,12	0,20	15,42	3,01	8,8
10209	Usa, oberhalb Bad Nauheim	D 7	2,72	2	2	2	2	2,83	2	2	2	4	4	4	4	4	2,20	2,28	0,39	45,07	2,72	1,52
12524	Sommerbach-Ortenberggraben	D 5	2,97	3	3	4	4	2,40	2	2	2	2	2	2	2	3	1,95	1,89	0,46	65,48	2,97	6,9
10723	Nidda, östlich Nieder-Wöllstadt, Mündung Juch	D 10.1	2,97	3	3	3	3	2,88	3	2	2	4	4	4	4	4	2,12	2,26	0,23	20,09	2,97	5,47
10140	Klingbach, oberhalb Hausen	D 5	2,87	3	3	3	4	2,42	2	2	2	2	2	2	2	3	1,71	1,82	0,38	46,51	2,87	-11,8
14000	Horloff oh. Mdg und uh. Renaturierung Reichesheim	D 7	3,08	3	3	4	4	2,95	3	3	3	4	4	4	4	4	2,18	2,34				
10197	Wetter, unterhalb Wetterfeld	D 6	3,01	3	3	3	3	2,77	2	2	2	4	4	4	4	4	2,08	2,12	0,23	21,63	3,01	2,63
13320	Horloff oberh. Gonterskirchen	D 6	2,86	3	3	3	3	2,43	2	2	2	2	2	2	2	2	1,96	1,97	0,41	53,63	2,87	-4,52
10150	Hasselbach, unterhalb Neuenhafflau, 2	D 5	2,68	3	3	3	3	2,91	3	3	4	4	4	4	4	4	1,99	2,25	0,32	28,8	2,67	0
11101	Lattwiesengraben, Unterlauf	D 5	2,72	3	3	3	3	2,78	3	3	3	4	4	4	4	4	2,11	2,22	0,38	42,89	2,72	0
10192	Flutgraben, unterhalb Lang	D 6	3,48	5	5	4	4	3,12	3	4	4	5	5	5	5	4	2,28	2,54	0,09	6,03	3,49	1,12
11392	ChemieMST Schwalbach, Schwalbach am Tausus	D 5	2,98	3	3	4	4	2,97	3	4	4	5	5	5	5	4	2,20	2,31	0,38	51,29	3,03	6,46
10245	Urselbach, Ortsrand Oberursel, Nähe Hohemark	D 5	1,85	2	2	2	2	1,66	1	1	1	1	1	1	1	2	1,24	1,61	0,77	89,54	1,56	-24,47
10028	Horloff, unterhalb Reichelsheim (Wetterau) 1	D 7	2,81	2	2	2	2	2,87	3	3	3	4	4	4	4	4	2,17	2,24	0,45	59,71	2,81	3,73
11395	ChemieMST Schwarzbach, Hofheim am Tausus	D 7	3,06	3	3	3	3	2,88	3	3	3	4	4	4	4	4	2,65	2,58	0,22	21,02	3,07	0
11102	Usa, Ortsrand Friedberg, oberhalb MWE Friedberg	D 7	3,02	3	3	3	3	2,84	2	2	2	4	4	4	4	4	2,20	2,30	0,17	10,39	3,06	13,43
10748	Usa, Ortsrand Friedberg, nahe Am Hackenberg	D 7	2,97	3	3	3	3	2,91	3	3	3	4	4	4	4	4	2,29	2,39	0,25	26,09	3,03	10,78
10726	Nidda, oberhalb Nidda	D 7	2,90	3	3	3	3	2,72	2	2	2	3	3	3	3	3	2,06	2,14	0,25	22,28	2,89	0
10024	ChemieMST Kinzig bei Hanau, Messstation	D 7	2,94	3	3	3	3	2,91	2	2	2	4	4	4	4	4	2,14	2,23	0,32	37,73	2,96	3,98
11390	Westerbach, unterhalb Kronberg (Tausus) 1	D 5	2,75	3	3	3	3	2,69	3	3	3	4	4	4	4	4	2,16	2,19	0,30	27,06	2,75	0,93
10271	Wickerbach, unterhalb Delkenheim	D 5	2,87	3	3	3	4	2,72	3	3	3	4	4	4	4	4	2,01	2,12	0,44	59,01	2,87	3,23
10228	Bleichenbach unterhalb Bergheim	D 5	2,97	3	3	4	4	2,82	3	3	3	4	4	4	4	4	2,18	2,22	0,25	24,88	2,97	3,25
10194	Wassbach, oberhalb Berstadt	D 5	2,77	3	3	3	3	2,59	2	2	2	3	3	3	3	4	2,05	2,06	0,28	25,18	2,76	0
12162	Braubach, oberhalb Döringheim	D 5	3,18	4	4	4	4	2,90	3	4	4	4	5	4	4	4	2,26	2,30	0,18	15,38	3,19	4,04
11361	Ulla, unterhalb Ulla, oberhalb Unterschmitten	D 6	2,82	2	2	2	2	2,58	2	2	2	2	2	2	2	3	2,06	2,04	0,25	20,09	2,82	1,39
10200	Rostgraben-Welsbach, unterhalb Dorf-Güll, unterhalb KA Dorf-Güll	D 5	3,29	4	4	4	4	2,98	3	4	4	5	5	5	5	4	2,29	2,34	0,18	19,42	3,30	4,46
10158	Wassbach, unterhalb Waldensberg, Nähe Kennelhorst	D 5	2,91	3	3	4	4	2,64	2	2	2	4	4	4	4	4	1,95	2,07	0,34	41,71	2,93	-7,14
10257	Sulzbach, an der A66	D 8.1	2,90	2	2	2	2	2,81	2	2	2	3	3	3	3	3	2,20	2,22	0,34	40,53	2,91	8,46
10174	Bieber, unterhalb Bieber-Offenbach am Main, 1	D 8.1	3,08	3	3	3	3	3,01	3	3	3	4	4	4	4	4	2,77	2,50	0,14	6,46	3,11	1,61
11382	ChemieMST Seemenbach, Buedingen - Rinderbuegen	D 6	2,99	3	3	3	3	2,94	3	3	3	4	4	4	4	4	2,28	2,49	0,23	20,23	2,99	0
10701	Gründau, oberhalb Langensfeld, an Mündung Kleiner Bach	D 5	2,90	3	3	4	4	2,81	3	3	3	4	4	4	4	4	2,30	2,30	0,28	28,44	2,91	-1,76
10212	Rosbach, Ortslage Nieder-Wöllstadt unterhalb MWE	D 5	2,94	3	3	4	4	2,75	3	3	3	4	4	4	4	4	2,05	2,14	0,22	18,2	2,94	4,32
10648	Kinzig, unterhalb Steinau an der Straße 1	D 7	2,96	3	3	3	3	2,80	2	2	2	4	4	4	4	4	2,18	2,26	0,30	32,78	2,96	2,03
10021	Horloff, unterhalb Ruppertsburg	D 6	2,81	2	2	2	2	2,73	2	2	2	3	3	3	3	3	2,03	2,12	0,28	25,85	2,81	1,11
10159	Sulzbach, Ortslage Bad Soden am Tausus, oberhalb MWE Bad Soden	D 5	2,99	3	3	4	4	2,80	3	3	3	4	4	4	4	4	2,25	2,32	0,22	20,05	3,03	15,49
10691	Schandelbach, Nähe Ortsrand Gelnhausen/Altenhaßlau	D 5	2,79	3	3	3	3	2,71	3	3	3	4	4	4	4	4	2,10	2,10	0,19	6,61	2,79	0
12632	Wembach, unterhalb Wembach/Hahn	D 8.1	2,49	1	1	1	1	2,31	1	1	1	1	1	1	1	1	1,94	1,93	0,48	55,88	2,49	1,52
11342	Schiffliche, Nähe Ortsrand Hanau	D 5	2,72	3	3	3	3	2,43	2	2	2	2	2	2	2	3	1,90	1,97	0,44	54,09	2,72	1,47
10568	ChemieMST Sandbach, Riedstadt - Erfelden	D 8.1	2,77	2	2	2	2	2,71	2	2	2	3	3	3	3	3</						

Anhang

Tabelle 32 fortgesetzt

MST-ID	MST-Bezeichnung	D-Typ	T _{loc}	ÖZKL für T _{loc} nach den unterschiedlichen Trophieindexklassengrenzen				T _{fixer}	ÖZKL für T _{fixer} nach den unterschiedlichen Trophieindexklassengrenzen							S _{loc}	S _{fixer}	D _{loc}	RAS	T _{loc}	H _{loc} mann	
				Rott 2006	Rott 2012	Rott NEU/ D5 a)	Rott NEU/ D5 b)		Rott 2012	Rott NEU/ D5 a)	Rott NEU/ D5 b)	Pfister HE lin/ D5 a)	Pfister HE lin/ D5 b)	Pfister HE log/ D5 a)	Pfister HE log/ D5 b)							Pfister O+D
11313	ChemieMST Schwarzbach, Moerfelden-Walldorf - Moerfelden	D 8.2	2,65	2	2	2	2	2,96	3	3	3	4	4	4	4	4	2,11	2,17	0,19	2,09	2,65	4,92
10564	Fanggraben, nordöstlich Biebesheim am Rhein, nahe Karlshof	D 8.1	2,94	2	2	2	2	2,92	2	2	2	4	4	4	4	3	2,33	2,17	0,27	28,26	2,96	8,07
11036	Darmbach, oberh. Wwoog OL	D 5	2,67	3	3	3	3	2,40	2	2	2	2	2	2	2	3	1,93	1,88	0,43	50,75	2,66	-2,09
11070	Bachgraben Klein-Krotzenburg	D 8.1	3,21	4	4	4	3	2,71	2	2	2	3	3	3	3	3	2,14	2,35	0,20	20,51	3,22	5,36
11034	ChemieMST Landgraben, Trebur, Bruecke L30 12	D 8.1	2,63	1	1	1	1	2,87	2	2	2	4	4	4	4	3	1,97	2,13	0,43	50,22	2,60	6,15
10103	Kimbach, unterhalb Bad König	D 5	2,55	2	2	2	2	2,11	2	2	2	2	2	2	2	2	2,02	1,90	0,46	55,17	2,55	2,4
12190	Hegbach Erzhäuser-Nord	D 8.1	2,78	2	2	2	2	2,69	2	2	2	3	3	3	3	3	2,02	2,05	0,23	14,15	2,78	1,94
10071	Modau, südlicher Ortsrand Stockstadt, Nähe Bahnstrecke	D 8.2	3,13	3	3	3	3	3,17	4	3	3	5	5	5	5	4	2,67	2,99	0,16	10,31	3,14	9,86
10008	St.-Er.-Al., unterhalb Erfelden	D 10.2	3,15	4	4	3	3	3,00	3	3	3	4	4	4	4	4	2,16	2,27	0,35	50,36	3,17	1,71
11319	ChemieMST Hauptgraben, Trebur - Astheim	D 8.1	2,73	2	2	2	2	2,48	1	1	1	2	2	2	2	2	2,19	2,26	0,37	41,29	2,73	11,68
14729	Mümling, unterhalb Mümling-Grumbach, oberhalb Luzzmühle	D 7	2,96	3	3	3	3	2,68	2	2	2	3	3	3	3	3	2,08	2,06	0,22	18,73	2,97	4,68
10076	Schwarzbach, oberhalb Nauheim	D 8.2	2,64	1	1	1	1	2,89	2	2	2	4	4	4	4	3	2,10	2,10	0,29	21,85	2,64	3,73
10100	Waldbach, oberhalb Zell	D 5	2,77	3	3	3	3	2,61	2	2	2	3	4	4	4	4	1,92	1,89	0,42	51,57	2,77	-6,96
10010	ChemieMST Schwarzbach bei Trebur-Astheim	D 7	3,22	4	4	4	4	3,06	3	3	3	5	5	5	5	4	2,30	2,39	0,14	9,09	3,26	3,45
12630	Pflaumbach, Ortsrand Radheim, oberhalb Mündung Hebachsbach	D 5	2,61	2	2	2	2	2,54	2	2	2	3	3	3	3	3	1,94	2,02	0,28	19,71	2,61	3,92
11067	Länderbach Langstadt-Ost	D 8.1	2,80	2	2	2	2	2,56	1	1	1	2	2	2	2	2	1,88	2,01	0,35	38,86	2,81	2,42
11324	Oberhöcher Bach, oberhalb Höchst im Odenwald	D 5	2,85	3	3	3	4	2,71	3	3	3	4	4	4	4	4	2,01	2,06	0,22	14,53	2,86	1,48
10095	Marbach, Ortsrand Hüttenhail, unterhalb MW/E Hüttenhail	D 5	2,29	2	2	2	2	2,09	2	2	2	2	2	2	2	2	1,56	1,66	0,63	80,58	2,27	-12,08
10114	Semme Häbitzheim-Nord	D 8.1	3,42	5	5	4	4	3,02	3	3	3	4	4	5	5	4	2,37	2,72	0,10	5,71	3,42	7,78
12607	Landgraben/Lorsch, unterhalb Hüttenfeld	D 8.1	2,80	2	2	2	2	2,86	2	2	2	3	3	4	4	3	2,11	2,06	0,27	23,76	2,80	0
11328	Gersprenz, unterhalb Groß-Bieberau	D 7	2,73	2	2	2	2	2,71	2	2	2	3	3	3	3	3	2,03	2,08	0,36	38,61	2,73	-1,48
11307	Winkelbach, Ortsrand Bensheim	D 5	2,53	2	2	2	2	2,51	2	2	2	3	3	3	3	3	1,97	2,00	0,46	53,69	2,53	-2,06
10014	ChemieMST Main, Bischoffsheim	D 10.2	3,00	3	3	3	3	2,89	3	2	2	4	4	4	4	3	2,11	2,20	0,35	44,05	3,00	8,65
10097	Erdbach, oberhalb Dorf-Erbach	D 5	1,88	2	2	2	2	1,86	2	2	2	1	1	2	2	2	1,21	1,51	0,62	65,65	1,78	-29,45
11015	Gaderner Bach, Wald-Michelbach OL	D 5	2,91	3	3	4	4	2,70	3	3	3	4	4	4	4	4	2,14	2,15	0,29	29,47	2,91	-4,69
10059	Rinne, südlicher Ortsrand Hofheim	D 8.1	3,03	3	3	3	3	3,00	3	3	3	4	4	4	4	4	2,58	2,64	0,26	28,61	3,05	6,63
10068	Winkelbach, Ortsrand Gernsheim	D 8.2	2,74	2	2	2	2	2,83	2	2	2	3	3	3	3	3	2,01	2,14	0,26	20,57	2,74	5,47
10069	Modau Waldmühle 2	D 5	2,61	2	2	2	2	2,70	3	3	3	4	4	4	4	4	2,06	2,08	0,41	45,39	2,60	0
10052	Euterbach, zw. Schöllensbach und Hesselbach, oberhalb Eutersee	D 5	1,50	1	1	1	1	1,36	1	1	1	1	1	1	1	1	1,11	1,42	0,79	90,69	1,46	-50,44
11298	Neckar, oberhalb Neckarhausen	D 10.2	2,97	3	3	3	3	2,80	2	2	2	3	3	3	3	3	2,18	2,27	0,24	21,16	2,97	8,09
10083	Mühlbach, Worfelden-Süd	D 8.1	2,62	1	1	1	1	2,52	1	1	1	2	2	2	2	2	2,03	2,00	0,40	43,71	2,61	3,01
11052	Schluppbach, unterhalb Züntersbach	D 5	2,32	2	2	2	2	1,97	2	2	2	2	2	2	2	2	1,88	1,87	0,53	62,09	2,30	-4,76
11033	Silz, Grube Messel 2	D 5	3,02	3	3	4	4	2,61	2	2	2	3	4	4	4	4	2,10	2,07	0,36	47,41	3,03	-2,48
10578	Ginsheimer Altrhein, oberhalb Ginsheim	D 10.2	2,58	2	2	1	1	2,53	2	1	1	2	2	2	2	2	2,05	2,02	0,49	61,19	2,57	4,41
11300	Maulbeerauer Altrhein, unterhalb Zusammenfluss Nordheimer Altrhein und Rinne	D 10.2	2,93	3	3	2	2	2,82	2	2	2	3	3	3	3	3	1,92	2,25	0,24	21,09	2,93	3,26
11314	ChemieMST Apfelbach, Moerfelden-Walldorf - Moerfelden	D 8.1	2,74	2	2	2	2	2,79	2	2	2	3	3	3	3	3	1,93	2,10	0,20	8,29	2,74	2,06
11237	Jossa, unterhalb Burgjols	D 5	2,84	3	3	3	4	2,81	3	3	3	4	4	4	4	4	1,52	1,74	0,30	29,39	2,83	-17,95
10098	Reilbach, oberhalb Michelstadt	D 5	3,18	4	4	4	4	2,74	3	3	3	4	4	4	4	4	2,28	2,16	0,26	32,47	3,20	-1,43
11053	Schmale Sinn, unterh. KA Mottgers	D 7	2,51	2	2	2	2	2,62	2	2	2	3	3	3	3	3	1,92	2,07	0,35	31,41	2,50	0
11331	ChemieMST Gersprenz, Babenhsh. + Harreshsh., Landesgrenze	D 7	2,81	2	2	2	2	2,87	3	3	3	4	4	4	4	4	2,04	2,14	0,36	42,06	2,80	1,83
10600	Oberer Ohlebach, oberhalb Groß Umstadt	D 8.1	2,85	2	2	2	2	2,60	1	1	1	2	2	2	2	2	1,92	2,00	0,32	35,49	2,85	3,94
10110	Gersprenz, Ober-Gersprenz 2	D 5	2,76	3	3	3	3	2,73	3	3	3	4	4	4	4	4	2,05	2,09	0,27	22,73	2,76	1,68
10089	Lohrbach, südöstlich Kempfenbrunn 1	D 5	2,93	3	3	4	4	2,82	3	3	3	4	4	4	4	4	2,02	2,01	0,27	27,96	2,94	-3,01
11020	ChemieMST Weschnitz bei Biblis - Wattenheim	D 7	2,93	3	3	3	3	2,94	3	3	3	4	4	4	4	4	2,28	2,28	0,28	29,23	2,94	0
10529	Rhein, km 483,1 - rechtes Ufer, oberhalb Mündung Stockstadt-Ehrfelder-Altrhein	D 10.2	3,01	3	3	3	3	2,76	2	2	2	3	3	3	3	3	2,12	2,16	0,25	24,65	3,01	7,82
11334	Stilgraben, oberhalb Münster, oberhalb Mündung Gersprenz	D 8.2	2,97	3	3	3	3	2,77	2	2	2	3	3	3	3	3	2,07	2,08	0,22	18,05	2,97	3,33
11339	Ohlebach, oberhalb Rapertshausen	D 8.1	3,09	3	3	3	3	2,81	2	2	2	3	3	3	3	3	2,12	2,19	0,26	31,01	3,12	11,86
12618	Gronaubach, oberhalb Altengronau, unterhalb Mündung Lederhosebach	D 5	2,46	2	2	2	2	2,26	2	2	2	2	2	2	2	2	1,89	1,85	0,45	48,29	2,41	0,69
11305	Halbmaasgraben, unterhalb Wattenheim, unterhalb KA Biblis	D 8.1	3,23	4	4	3	3	3,00	3	3	3	4	4	4	4	4	2,46	2,66	0,09	0,48	3,24	0
10581	Sinn, oberhalb Altengronau, Mündung Schmale Sinn	D 7	2,75	2	2	2	2	2,69	2	2	2	3	3	3	3	3	1,94	2,10	0,28	24,64	2,75	-3,52
10066	Stadtbach, zw. Kirschhausen und Fischweier	D 5	2,55	2	2	2	2	2,49	2	2	2	3	3	3	3	3	2,02	2,02	0,43	47,81	2,55	0
10092	Mutterbach (Steinbach), oberh. Seckmauern	D 5	3,06	3	3	4	4	2,62	2	2	2	4	4	4	4	4	2,05	2,04	0,32	41,73	3,07	-1,46
10057	Ufenbach, Nähe Ortsrand Affollerbach	D 5	2,68	3	3	3	3	2,26	2	2	2	2	2	2	2	2	1,97	1,84	0,42	50,12	2,66	-1,74

Tabelle 33: Gewässertypspezifische Bewertung der hessischen Fließgewässer im Längsverlauf auf Grundlage des Trophieindex nach Pfister et al. (2016), aufgelistet nach Wasserkörpern; Stand: 2016

MS_CD_RW = WK-Nummer; WK = Wasserkörper; ÖZKL = ökologische Zustandsklasse

MS_CD_RW	bewertete Gesamtlänge des WK [km]	Anteil an der bewerteten Gesamtlänge des WK [km]	Anteil an der bewerteten Gesamtlänge des WK [%]	ÖZKL-Trophie des bewerteten Abschnitts	MS_CD_RW	bewertete Gesamtlänge des WK [km]	Anteil an der bewerteten Gesamtlänge des WK [km]	Anteil an der bewerteten Gesamtlänge des WK [%]	ÖZKL-Trophie des bewerteten Abschnitts
DEBW_4-05	16,6	16,5	99,5	3	DEHE_244818.1	6,2	5,9	94,7	4
DEBW_4-05	16,6	0,1	0,5	4	DEHE_24482.1	17,2	9,2	53,2	3
DEBW_49-02	28,5	20,2	70,8	1	DEHE_24482.1	17,2	8,1	46,8	4
DEBW_49-02	28,5	8,3	29,2	4	DEHE_244832.1	9,7	3,3	34,2	2
DEBY_2_F146	10,5	10,5	100,0	3	DEHE_244832.1	9,7	6,4	65,8	4
DEBY_2_F154	6,0	6,0	100,0	4	DEHE_24484.1	32,4	15,9	49,0	2
DEBY_2_F158	4,9	4,8	99,0	3	DEHE_24484.1	32,4	0,0	0,0	3
DEBY_2_F158	4,9	0,1	1,0	4	DEHE_24484.1	32,4	16,5	51,0	4
DEBY_2_F164	2,8	2,2	77,1	3	DEHE_24738.1	5,9	5,9	100,0	4
DEBY_2_F164	2,8	0,6	22,9	4	DEHE_2474.1	28,4	28,4	100,0	3
DEBY_2_F170	0,4	0,2	58,4	3	DEHE_2474.2	14,1	12,0	85,2	2
DEBY_2_F170	0,4	0,2	41,6	4	DEHE_2474.2	14,1	1,8	12,7	3
DEBY_2_F173	4,9	4,0	82,5	3	DEHE_2474.2	14,1	0,3	2,1	4
DEBY_2_F173	4,9	0,9	17,5	4	DEHE_24742.1	3,0	3,0	100,0	2
DEBY_2_F175	0,1	0,1	100,0	4	DEHE_24742.2	8,4	8,4	100,0	2
DEBY_2_F198	6,7	6,7	98,7	3	DEHE_247438.1	7,0	5,3	75,1	2
DEBY_2_F198	6,7	0,1	1,3	4	DEHE_247438.1	7,0	1,8	24,9	4
DEHE_23896.1	26,1	6,5	24,9	2	DEHE_24744.1	6,8	2,2	32,5	3
DEHE_23896.1	26,1	0,0	0,0	3	DEHE_24744.1	6,8	4,6	67,5	4
DEHE_23896.1	26,1	19,6	75,1	4	DEHE_247454.1	8,4	8,4	100,0	4
DEHE_238962.1	5,6	5,6	100,0	4	DEHE_247456.1	6,2	6,2	100,0	4
DEHE_23932.1	6,6	6,1	92,1	3	DEHE_247458.1	7,2	0,2	3,4	2
DEHE_23932.1	6,6	0,5	7,9	4	DEHE_247458.1	7,2	6,6	91,0	3
DEHE_239324.1	9,1	9,1	100,0	4	DEHE_247458.1	7,2	0,4	5,5	4
DEHE_2394.1	25,2	9,4	37,4	2	DEHE_24746.1	6,0	6,0	100,0	4
DEHE_2394.1	25,2	12,7	50,3	3	DEHE_247474.1	5,4	4,8	89,8	2
DEHE_2394.1	25,2	3,1	12,3	4	DEHE_247474.1	5,4	0,6	10,2	4
DEHE_2394.1	25,2	0,0	0,0	5	DEHE_24748.1	7,3	0,6	8,7	2
DEHE_2394.2	23,4	0,2	0,7	3	DEHE_24748.1	7,3	6,7	91,3	4
DEHE_2394.2	23,4	23,3	99,3	4	DEHE_2476.1	22,1	20,4	92,4	3
DEHE_239476.1	8,0	0,0	0,0	2	DEHE_2476.1	22,1	1,7	7,6	4
DEHE_239476.1	8,0	7,3	91,9	3	DEHE_2476.2	13,0	13,0	100,0	3
DEHE_239476.1	8,0	0,6	8,1	5	DEHE_2476.3	19,5	0,1	0,4	3
DEHE_23948.1	11,4	0,6	5,7	2	DEHE_2476.3	19,5	19,4	99,6	4
DEHE_23948.1	11,4	6,3	55,7	3	DEHE_24762.1	9,6	6,1	62,8	3
DEHE_23948.1	11,4	4,4	38,6	4	DEHE_24762.1	9,6	3,6	37,2	4
DEHE_239492.1	13,2	0,0	0,0	2	DEHE_247632.1	7,7	5,4	69,4	1
DEHE_239492.1	13,2	13,2	100,0	5	DEHE_247632.1	7,7	2,4	30,6	3
DEHE_239498.1	11,5	11,5	100,0	4	DEHE_2476372.1	5,9	5,9	100,0	3
DEHE_23954.1	28,0	27,3	97,5	2	DEHE_24763722.1	9,0	0,2	1,7	3
DEHE_23954.1	28,0	0,7	2,5	3	DEHE_24763722.1	9,0	8,9	98,3	4
DEHE_23954.2	14,4	1,5	10,1	3	DEHE_24764.1	20,5	9,9	48,4	3
DEHE_23954.2	14,4	13,0	89,9	4	DEHE_24764.1	20,5	0,6	3,2	4
DEHE_2396.1	16,4	16,4	100,0	4	DEHE_24764.1	20,5	9,9	48,4	5
DEHE_23962.1	15,8	12,7	80,1	3	DEHE_24766.1	17,0	2,9	16,9	2
DEHE_23962.1	15,8	0,5	3,4	4	DEHE_24766.1	17,0	14,2	83,1	3
DEHE_23962.1	15,8	2,6	16,5	5	DEHE_24766.2	9,3	9,3	100,0	2
DEHE_23962.2	37,0	37,0	100,0	4	DEHE_247668.1	6,3	5,6	88,0	2
DEHE_239628.1	14,8	12,7	85,8	3	DEHE_247668.1	6,3	0,8	12,0	3
DEHE_239628.1	14,8	2,1	14,2	4	DEHE_24768.1	15,1	15,1	100,0	3
DEHE_239628.2	9,2	9,2	100,0	4	DEHE_247682.1	8,3	8,0	95,8	1
DEHE_23964.1	11,5	11,2	97,1	3	DEHE_247682.1	8,3	0,3	4,2	3
DEHE_23964.1	11,5	0,3	2,9	4	DEHE_247792.1	6,2	6,2	100,0	3
DEHE_2398.1	10,5	9,3	88,8	3	DEHE_247796.1	5,9	5,9	100,0	2
DEHE_2398.1	10,5	1,2	11,2	5	DEHE_2478.1	61,7	0,0	0,1	3
DEHE_2398.2	21,6	13,2	61,4	3	DEHE_2478.1	61,7	61,7	99,9	4
DEHE_2398.2	21,6	8,3	38,6	4	DEHE_2478.1	61,7	0,0	0,0	5
DEHE_2398.3	22,8	0,0	0,1	4	DEHE_2478.2	2,2	2,2	100,0	4
DEHE_2398.3	22,8	22,8	99,9	5	DEHE_2478.3	23,5	9,7	41,5	3
DEHE_23982.1	15,8	15,8	100,0	3	DEHE_2478.3	23,5	13,7	58,5	4
DEHE_239828.1	13,8	6,1	44,0	3	DEHE_247818.1	13,5	0,6	4,4	3
DEHE_239828.1	13,8	7,7	56,0	5	DEHE_247818.1	13,5	12,9	95,6	4
DEHE_23984.1	35,4	26,7	75,3	2	DEHE_24782.1	29,8	29,3	98,5	3
DEHE_23984.1	35,4	8,8	24,7	3	DEHE_24782.1	29,8	0,5	1,5	4
DEHE_239842.1	4,1	4,1	100,0	4	DEHE_247832.1	8,6	8,6	100,0	2
DEHE_23986.1	21,4	0,5	2,5	1	DEHE_247832.1	8,6	0,0	0,0	4
DEHE_23986.1	21,4	14,3	66,5	3	DEHE_24784.1	31,7	0,1	0,4	3
DEHE_23986.1	21,4	6,6	31,0	4	DEHE_24784.1	31,7	31,5	99,6	4
DEHE_23986.2	4,3	1,4	33,5	2	DEHE_247852.1	11,1	0,7	6,0	4
DEHE_23986.2	4,3	2,8	66,5	3	DEHE_247852.1	11,1	10,5	94,0	5
DEHE_23988.1	6,3	5,2	82,1	2	DEHE_247854.1	17,4	5,4	31,3	2
DEHE_23988.1	6,3	1,1	17,9	3	DEHE_247854.1	17,4	2,0	11,6	3
DEHE_23988.1	6,3	0,0	0,0	5	DEHE_247854.1	17,4	9,9	57,1	4
DEHE_239882.1	19,7	1,5	7,7	2	DEHE_247856.1	5,3	5,3	100,0	4
DEHE_239882.1	19,7	18,2	92,3	4	DEHE_247858.1	13,6	13,6	100,0	4
DEHE_24.1	70,1	0,0	0,0	2	DEHE_2478592.1	8,9	8,9	100,0	5
DEHE_24.1	70,1	65,6	93,6	3	DEHE_24786.1	15,5	8,7	56,0	2
DEHE_24.1	70,1	4,3	6,2	4	DEHE_24786.1	15,5	1,4	9,0	3
DEHE_24.1	70,1	0,1	0,2	5	DEHE_24786.1	15,5	5,4	35,0	4
DEHE_244818.1	6,2	0,3	5,3	2	DEHE_24786.2	19,3	4,6	23,8	2

Anhang

Tabelle 33 fortgesetzt

MS_CD_RW	bewertete Gesamtlänge des WK [km]	Anteil an der bewerteten Gesamtlänge des WK [%]	Anteil an der bewerteten Gesamtlänge des WK [%]	ÖZKL-Trophie des bewerteten Abschnitts	MS_CD_RW	bewertete Gesamtlänge des WK [km]	Anteil an der bewerteten Gesamtlänge des WK [%]	Anteil an der bewerteten Gesamtlänge des WK [%]	ÖZKL-Trophie des bewerteten Abschnitts
DEHE_24786.2	19,3	4,5	23,2	3	DEHE_24866.2	20,4	20,4	100,0	4
DEHE_24786.2	19,3	10,2	53,0	4	DEHE_248666.1	13,3	11,1	83,4	4
DEHE_247862.1	5,3	4,9	91,7	2	DEHE_248666.1	13,3	2,2	16,6	5
DEHE_247862.1	5,3	0,4	8,3	3	DEHE_24868.1	7,8	7,8	100,0	4
DEHE_247872.1	12,5	3,5	27,9	3	DEHE_2488.1	8,8	8,8	100,0	3
DEHE_247872.1	12,5	9,0	72,1	5	DEHE_2488.2	21,2	16,9	79,7	2
DEHE_24788.1	24,2	23,3	96,4	4	DEHE_2488.2	21,2	4,3	20,3	4
DEHE_24788.1	24,2	0,9	3,6	5	DEHE_24892.1	3,9	1,2	29,4	3
DEHE_24792.1	27,5	27,5	100,0	5	DEHE_24892.1	3,9	2,8	70,6	4
DEHE_247928.1	16,9	14,3	84,7	3	DEHE_24892.2	14,1	14,0	99,4	4
DEHE_247928.1	16,9	2,5	15,1	4	DEHE_24892.2	14,1	0,1	0,6	5
DEHE_247928.1	16,9	0,0	0,3	5	DEHE_24894.1	6,0	2,1	34,8	3
DEHE_24794.1	7,0	0,0	0,1	3	DEHE_24894.1	6,0	3,9	65,2	4
DEHE_24794.1	7,0	1,9	27,1	4	DEHE_24894.2	10,1	10,0	99,4	1
DEHE_24794.1	7,0	5,1	72,8	5	DEHE_24894.2	10,1	0,1	0,6	4
DEHE_24796.1	4,5	3,9	87,3	2	DEHE_24895.4.1	4,8	4,8	100,0	3
DEHE_24796.1	4,5	0,6	12,7	3	DEHE_24896.1	11,9	9,1	76,1	3
DEHE_247972.1	5,4	2,6	49,2	1	DEHE_24896.1	11,9	2,6	21,8	4
DEHE_247972.1	5,4	2,7	50,8	3	DEHE_24896.1	11,9	0,2	2,1	5
DEHE_247974.1	11,6	7,9	68,3	1	DEHE_24896.2	4,0	4,0	100,0	4
DEHE_247974.1	11,6	0,2	1,6	3	DEHE_24898.1	6,5	4,0	60,9	3
DEHE_247974.1	11,6	3,5	30,1	5	DEHE_24898.1	6,5	2,5	39,1	4
DEHE_24798.1	13,8	13,8	100,0	3	DEHE_24898.2	8,3	8,3	100,0	4
DEHE_248.1	12,3	0,1	0,8	3	DEHE_248982.1	4,7	4,7	100,0	5
DEHE_248.1	12,3	12,2	99,2	4	DEHE_2492.1	7,5	0,6	8,0	1
DEHE_248.2	36,2	0,0	0,1	3	DEHE_2492.1	7,5	3,5	45,8	2
DEHE_248.2	36,2	28,8	79,7	4	DEHE_2492.1	7,5	1,6	21,6	3
DEHE_248.2	36,2	7,3	20,3	5	DEHE_2492.1	7,5	1,9	24,6	4
DEHE_248.3	23,8	0,3	1,4	2	DEHE_2492.2	12,7	12,7	100,0	3
DEHE_248.3	23,8	16,9	70,9	3	DEHE_2494.1	3,1	3,1	99,8	1
DEHE_248.3	23,8	0,2	1,0	4	DEHE_2494.1	3,1	0,0	0,2	3
DEHE_248.3	23,8	6,3	26,7	5	DEHE_2496.1	6,7	6,7	100,0	4
DEHE_248.4	33,0	20,8	63,1	2	DEHE_2496.2	25,3	6,1	24,1	3
DEHE_248.4	33,0	12,2	36,9	3	DEHE_2496.2	25,3	19,2	75,9	4
DEHE_248.5	1,8	1,8	100,0	2	DEHE_24974.1	5,9	5,5	92,7	3
DEHE_248.6	11,9	11,9	100,0	2	DEHE_24974.1	5,9	0,4	7,3	5
DEHE_24814.1	11,0	11,0	100,0	2	DEHE_249742.1	12,0	12,0	100,0	3
DEHE_24818.1	17,9	0,3	1,5	3	DEHE_2498.1	24,0	24,0	100,0	3
DEHE_24818.1	17,9	17,7	98,5	4	DEHE_24992.1	6,5	6,5	100,0	4
DEHE_2481922.1	4,0	4,0	99,8	3	DEHE_2512.1	9,7	2,9	29,5	2
DEHE_2481922.1	4,0	0,0	0,2	5	DEHE_2512.1	9,7	6,8	70,5	4
DEHE_2482.1	17,2	2,7	15,9	3	DEHE_2512.2	8,9	8,9	100,0	4
DEHE_2482.1	17,2	14,5	84,1	4	DEHE_25124.1	3,7	3,7	100,0	4
DEHE_2482.1	17,2	0,0	0,0	5	DEHE_25126.1	6,1	6,1	100,0	2
DEHE_2482.2	41,7	11,7	28,1	2	DEHE_25128.1	13,9	13,9	100,0	2
DEHE_2482.2	41,7	9,9	23,7	3	DEHE_25132.1	11,9	9,5	79,7	2
DEHE_2482.2	41,7	13,9	33,3	4	DEHE_25132.1	11,9	2,4	20,3	4
DEHE_2482.2	41,7	6,2	14,9	5	DEHE_25134.1	7,0	7,0	100,0	4
DEHE_24823982.1	5,4	5,4	100,0	5	DEHE_2514.1	13,9	13,9	100,0	4
DEHE_248272.1	5,8	5,2	90,2	3	DEHE_2516.1	8,5	8,5	100,0	4
DEHE_248272.1	5,8	0,6	9,8	4	DEHE_2534.1	9,3	9,3	100,0	2
DEHE_248276.1	6,6	6,6	100,0	5	DEHE_2538.1	8,5	8,5	100,0	4
DEHE_248278.1	4,0	3,9	96,4	2	DEHE_256.1	29,8	6,4	21,3	2
DEHE_248278.1	4,0	0,1	3,6	3	DEHE_256.1	29,8	11,1	37,4	3
DEHE_2484.1	54,0	54,0	100,0	4	DEHE_256.1	29,8	12,3	41,2	4
DEHE_2484.2	28,4	28,4	100,0	4	DEHE_258.1	11,3	11,3	100,0	4
DEHE_248436.1	6,8	6,8	100,0	5	DEHE_258.2	56,8	0,2	0,4	3
DEHE_24844.1	5,3	5,3	100,0	5	DEHE_258.2	56,8	51,4	90,5	4
DEHE_248452.1	5,6	5,6	100,0	4	DEHE_258.2	56,8	5,2	9,1	5
DEHE_24846.1	18,0	18,0	100,0	4	DEHE_258.3	25,7	15,3	59,3	4
DEHE_24848.1	3,7	3,7	100,0	4	DEHE_258.3	25,7	10,5	40,7	5
DEHE_24848.2	34,7	7,8	22,4	2	DEHE_258.4	34,9	34,9	99,9	2
DEHE_24848.2	34,7	19,5	56,1	3	DEHE_258.4	34,9	0,0	0,1	5
DEHE_24848.2	34,7	7,4	21,2	4	DEHE_258.5	34,3	3,9	11,5	2
DEHE_24848.2	34,7	0,1	0,3	5	DEHE_258.5	34,3	30,4	88,5	3
DEHE_248488.1	6,7	6,7	100,0	4	DEHE_25814.0	2,2	2,2	100,0	2
DEHE_248492.1	6,8	6,7	98,6	3	DEHE_25814.1	1,6	0,1	8,0	2
DEHE_248492.1	6,8	0,1	1,4	4	DEHE_25814.1	1,6	0,5	33,0	3
DEHE_24852.1	9,0	0,7	8,3	3	DEHE_25814.1	1,6	0,9	58,9	5
DEHE_24852.1	9,0	8,3	91,7	4	DEHE_25814.2	25,1	14,6	58,2	2
DEHE_24856.1	3,9	3,9	100,0	3	DEHE_25814.2	25,1	10,5	41,8	4
DEHE_2486.1	31,0	5,1	16,4	4	DEHE_25816.1	8,8	8,8	100,0	3
DEHE_2486.1	31,0	25,9	83,6	5	DEHE_25818.1	8,8	8,8	100,0	3
DEHE_2486.2	23,3	7,6	32,8	3	DEHE_25818.2	18,4	17,6	95,7	3
DEHE_2486.2	23,3	10,8	46,5	4	DEHE_25818.2	18,4	0,8	4,3	4
DEHE_2486.2	23,3	4,8	20,8	5	DEHE_258184.1	9,6	9,6	100,0	4
DEHE_2486.3	6,3	6,3	100,0	4	DEHE_258186.1	17,2	4,7	27,3	3
DEHE_2486.4	33,5	10,6	31,6	3	DEHE_258186.1	17,2	12,5	72,7	4
DEHE_2486.4	33,5	22,9	68,4	4	DEHE_2581868.1	10,5	10,5	100,0	4
DEHE_24864.1	5,8	5,8	100,0	4	DEHE_258188.1	8,2	7,2	88,4	3
DEHE_24864.2	11,5	0,4	3,2	4	DEHE_258188.1	8,2	0,9	11,6	4
DEHE_24864.2	11,5	11,2	96,8	5	DEHE_2582.1	30,2	1,2	3,9	2
DEHE_24866.1	15,5	10,3	66,5	4	DEHE_2582.1	30,2	24,6	81,6	3
DEHE_24866.1	15,5	5,2	33,5	5	DEHE_2582.1	30,2	3,9	13,0	4

Anhang

Tabelle 33 fortgesetzt

MS_CD_RW	bewertete Gesamtlänge des WK [km]	Anteil an der bewerteten Gesamtlänge des WK [km]	Anteil an der bewerteten Gesamtlänge des WK [%]	ÖZKL-Trophie des bewerteten Abschnitts	MS_CD_RW	bewertete Gesamtlänge des WK [km]	Anteil an der bewerteten Gesamtlänge des WK [km]	Anteil an der bewerteten Gesamtlänge des WK [%]	ÖZKL-Trophie des bewerteten Abschnitts
DEHE_2582.1	30,2	0,4	1,5	5	DEHE_25858.1	26,5	15,2	57,3	3
DEHE_2582.2	103,2	84,5	81,8	3	DEHE_25858.1	26,5	11,3	42,7	4
DEHE_2582.2	103,2	18,7	18,2	4	DEHE_258586.1	2,4	2,4	100,0	3
DEHE_258258.1	9,2	9,2	100,0	4	DEHE_258592.1	8,0	8,0	100,0	4
DEHE_25826.1	23,6	22,6	95,7	2	DEHE_2586.1	11,3	2,0	17,6	3
DEHE_25826.1	23,6	0,6	2,6	3	DEHE_2586.1	11,3	9,3	82,4	4
DEHE_25826.1	23,6	0,4	1,7	5	DEHE_2586.2	35,3	7,4	20,9	2
DEHE_258268.1	13,5	5,8	42,9	4	DEHE_2586.2	35,3	27,9	79,1	3
DEHE_258268.1	13,5	7,7	57,1	5	DEHE_25868.1	9,9	9,5	96,5	1
DEHE_25828.1	15,4	15,0	96,9	2	DEHE_25868.1	9,9	0,3	3,5	4
DEHE_25828.1	15,4	0,5	3,1	4	DEHE_25872.1	20,5	20,5	100,0	4
DEHE_25828.2	5,4	0,1	1,6	2	DEHE_258732.1	8,4	8,4	100,0	4
DEHE_25828.2	5,4	5,3	98,4	3	DEHE_25874.1	116,0	17,9	15,4	2
DEHE_25828.3	12,2	12,2	100,0	4	DEHE_25874.1	116,0	15,2	13,1	3
DEHE_258284.1	13,1	13,1	100,0	4	DEHE_25874.1	116,0	82,9	71,4	4
DEHE_258286.1	10,6	10,6	100,0	4	DEHE_25876.1	27,1	0,1	0,4	3
DEHE_2582872.1	4,0	4,0	100,0	4	DEHE_25876.1	27,1	27,0	99,6	4
DEHE_258288.1	8,8	8,8	100,0	4	DEHE_2588.2	35,5	14,3	40,2	3
DEHE_2582914.1	6,3	6,3	100,0	4	DEHE_2588.2	35,5	21,2	59,8	4
DEHE_258296.1	18,2	18,2	100,0	4	DEHE_41.1	3,1	3,1	100,0	4
DEHE_25832.1	31,8	0,0	0,0	2	DEHE_41.2	62,0	0,0	0,0	2
DEHE_25832.1	31,8	31,8	100,0	4	DEHE_41.2	62,0	0,0	0,0	3
DEHE_258332.1	15,0	0,0	0,1	2	DEHE_41.2	62,0	62,0	99,9	4
DEHE_258332.1	15,0	14,9	99,9	4	DEHE_41.4	17,0	17,0	100,0	5
DEHE_258334.1	20,5	0,3	1,7	2	DEHE_414.2	16,1	14,2	88,2	2
DEHE_258334.1	20,5	20,2	98,3	4	DEHE_414.2	16,1	1,9	11,8	3
DEHE_25834.1	35,9	4,6	12,9	3	DEHE_4144.1	3,2	3,2	100,0	4
DEHE_25834.1	35,9	31,3	87,1	4	DEHE_4148.1	9,4	8,0	84,7	3
DEHE_25836.1	4,6	0,0	0,2	2	DEHE_4148.1	9,4	1,4	15,3	4
DEHE_25836.1	4,6	3,2	69,9	3	DEHE_41512.1	6,4	6,4	100,0	4
DEHE_25836.1	4,6	1,2	26,6	4	DEHE_41512.1	6,4	0,0	0,0	5
DEHE_25836.1	4,6	0,1	3,3	5	DEHE_415132.1	0,0	0,0	100,0	5
DEHE_25836.2	32,5	12,8	39,4	4	DEHE_4152.1	11,3	11,3	100,0	4
DEHE_25836.2	32,5	19,7	60,6	5	DEHE_4152.1	11,3	0,0	0,0	5
DEHE_258372.1	6,3	1,3	20,2	2	DEHE_41532.1	2,8	2,8	99,8	4
DEHE_258372.1	6,3	5,0	79,8	4	DEHE_41532.1	2,8	0,0	0,2	5
DEHE_25838.1	34,9	9,1	25,9	3	DEHE_4156.1	7,4	7,4	100,0	5
DEHE_25838.1	34,9	25,9	74,0	4	DEHE_41574.1	6,0	6,0	100,0	3
DEHE_25838.1	34,9	0,0	0,0	5	DEHE_41712.1	5,4	1,8	32,6	1
DEHE_258392.1	12,0	1,2	9,6	4	DEHE_41712.1	5,4	3,6	67,4	3
DEHE_258392.1	12,0	10,9	90,4	5	DEHE_4174.1	2,7	2,7	100,0	4
DEHE_258394.1	13,4	13,4	99,9	3	DEHE_4176.1	3,1	3,1	100,0	3
DEHE_258394.1	13,4	0,0	0,1	4	DEHE_41772.1	8,2	8,2	99,9	3
DEHE_258396.1	61,0	10,8	17,7	2	DEHE_41772.1	8,2	0,0	0,1	4
DEHE_258396.1	61,0	5,7	9,3	3	DEHE_41774.1	5,6	3,9	69,9	1
DEHE_258396.1	61,0	44,6	73,0	4	DEHE_41774.1	5,6	1,7	30,1	2
DEHE_2583972.1	7,6	7,6	100,0	4	DEHE_41792.1	4,4	4,4	100,0	2
DEHE_258398.1	9,5	9,5	100,0	4	DEHE_418.1	9,8	0,2	1,6	2
DEHE_2583996.1	12,0	12,0	100,0	4	DEHE_418.1	9,8	9,7	98,4	3
DEHE_2584.1	34,5	5,7	16,6	2	DEHE_418.2	28,9	26,9	100,0	3
DEHE_2584.1	34,5	9,7	28,0	3	DEHE_41872.1	3,6	3,6	100,0	3
DEHE_2584.1	34,5	18,9	54,8	4	DEHE_4188.1	12,4	12,4	100,0	2
DEHE_2584.1	34,5	0,2	0,6	5	DEHE_41896.1	6,0	6,0	100,0	3
DEHE_2584.2	76,7	6,4	8,3	2	DEHE_4192.1	5,1	5,1	100,0	3
DEHE_2584.2	76,7	24,2	31,6	3	DEHE_4192.2	4,5	4,5	100,0	3
DEHE_2584.2	76,7	46,1	60,1	4	DEHE_41924.1	5,9	1,1	19,6	3
DEHE_258454.1	10,8	0,0	0,1	2	DEHE_41924.1	5,9	4,7	80,4	4
DEHE_258454.1	10,8	4,0	37,4	3	DEHE_41936.1	7,5	3,0	39,9	2
DEHE_258454.1	10,8	6,8	62,5	4	DEHE_41936.1	7,5	4,5	60,1	3
DEHE_258456.1	12,0	10,6	88,0	3	DEHE_41954.1	12,3	3,3	27,2	2
DEHE_258456.1	12,0	1,4	12,0	4	DEHE_41954.1	12,3	9,0	72,8	3
DEHE_25846.1	30,2	8,4	27,9	2	DEHE_4196.1	17,4	17,4	100,0	3
DEHE_25846.1	30,2	1,6	5,2	3	DEHE_41972.1	10,3	0,8	7,4	1
DEHE_25846.1	30,2	6,8	22,6	4	DEHE_41972.1	10,3	0,5	5,4	2
DEHE_25846.1	30,2	13,4	44,3	5	DEHE_41972.1	10,3	9,0	87,3	3
DEHE_25846.2	3,0	3,0	100,0	3	DEHE_41974.1	6,2	0,5	7,8	1
DEHE_25846.3	5,9	0,1	2,0	3	DEHE_41974.1	6,2	4,5	72,5	3
DEHE_25846.3	5,9	5,8	98,0	4	DEHE_41974.1	6,2	1,2	19,7	3
DEHE_258472.1	15,9	3,1	19,6	3	DEHE_4198.1	8,5	8,5	100,0	2
DEHE_258472.1	15,9	12,8	80,4	4	DEHE_42.1	26,5	0,1	0,4	3
DEHE_25848.1	12,4	12,4	100,0	4	DEHE_42.1	26,5	26,2	98,8	4
DEHE_25848.2	4,6	4,6	100,0	4	DEHE_42.1	26,5	0,2	0,8	5
DEHE_258492.1	11,7	0,1	1,0	4	DEHE_42.2	13,6	0,0	0,0	2
DEHE_258492.1	11,7	11,6	99,0	5	DEHE_42.2	13,6	12,1	88,9	3
DEHE_258498.1	7,7	4,2	54,2	2	DEHE_42.2	13,6	1,5	11,1	4
DEHE_258498.1	7,7	3,5	45,8	4	DEHE_42.3	46,8	0,8	1,6	3
DEHE_25852.1	7,2	0,3	4,2	2	DEHE_42.3	46,8	46,0	98,4	4
DEHE_25852.1	7,2	6,5	91,4	3	DEHE_42.4	66,1	39,6	60,0	3
DEHE_25852.1	7,2	0,3	4,4	4	DEHE_42.4	66,1	26,4	40,0	4
DEHE_25852.2	17,4	17,4	100,0	4	DEHE_42.5	32,7	30,5	93,3	3
DEHE_25854.1	19,1	18,8	98,6	2	DEHE_42.5	32,7	2,2	6,7	4
DEHE_25854.1	19,1	0,3	1,4	4	DEHE_42.6	30,4	0,1	0,4	3
DEHE_258558.1	5,4	5,4	100,0	4	DEHE_42.6	30,4	30,3	99,6	4
DEHE_25856.1	22,9	22,9	100,0	4	DEHE_422.1	29,3	13,8	47,3	3

Anhang

Tabelle 33 fortgesetzt

MS_CD_RW	bewertete Gesamtlänge des WK [km]	Anteil an der bewerteten Gesamtlänge des WK [km]	Anteil an der bewerteten Gesamtlänge des WK [%]	ÖZKL-Trophie des bewerteten Abschnitts	MS_CD_RW	bewertete Gesamtlänge des WK [km]	Anteil an der bewerteten Gesamtlänge des WK [km]	Anteil an der bewerteten Gesamtlänge des WK [%]	ÖZKL-Trophie des bewerteten Abschnitts
DEHE_422.1	29,3	15,4	52,7	4	DEHE_428174.1	7,5	6,9	92,2	2
DEHE_422.2	4,5	3,8	84,6	3	DEHE_428174.1	7,5	0,6	7,8	4
DEHE_422.2	4,5	0,7	15,4	4	DEHE_428176.1	10,9	10,9	100,0	2
DEHE_42232.1	9,8	1,0	10,2	2	DEHE_42818.1	18,3	18,3	100,0	2
DEHE_42232.1	9,8	1,8	18,4	3	DEHE_428192.1	6,0	5,2	87,5	2
DEHE_42232.1	9,8	7,0	71,4	4	DEHE_428192.1	6,0	0,7	12,5	4
DEHE_42252.1	3,8	2,6	70,3	1	DEHE_4281952.1	9,5	7,1	74,2	1
DEHE_42252.1	3,8	1,1	29,7	3	DEHE_4281952.1	9,5	2,4	25,7	2
DEHE_4232.1	7,0	7,0	100,0	4	DEHE_4281952.1	9,5	0,0	0,0	3
DEHE_4236.1	27,9	3,0	10,8	3	DEHE_428198.1	14,3	13,5	94,6	2
DEHE_4236.1	27,9	24,9	89,2	4	DEHE_428198.1	14,3	0,8	5,4	3
DEHE_4236.2	15,0	15,0	100,0	3	DEHE_4282.1	10,6	5,8	54,5	2
DEHE_423632.1	5,3	5,3	100,0	3	DEHE_4282.1	10,6	4,2	39,9	3
DEHE_4238.1	9,1	0,0	0,0	3	DEHE_4282.1	10,6	0,6	5,6	4
DEHE_4238.1	9,1	9,1	100,0	4	DEHE_42828.1	6,6	6,6	100,0	2
DEHE_424.1	48,4	7,1	14,7	1	DEHE_42832.1	11,5	0,0	0,4	2
DEHE_424.1	48,4	19,0	39,2	3	DEHE_42832.1	11,5	2,1	18,3	3
DEHE_424.1	48,4	21,9	45,3	4	DEHE_42832.1	11,5	0,3	3,0	4
DEHE_424.1	48,4	0,4	0,8	5	DEHE_42832.1	11,5	9,0	78,3	5
DEHE_424.2	36,1	18,5	51,1	2	DEHE_4284.1	17,6	17,6	100,0	3
DEHE_424.2	36,1	17,6	48,9	3	DEHE_42846.1	18,4	7,9	42,7	2
DEHE_4244.1	18,8	18,8	100,0	4	DEHE_42846.1	18,4	10,5	57,3	3
DEHE_42514.1	6,8	1,3	19,8	2	DEHE_42848.1	8,6	8,2	95,8	2
DEHE_42514.1	6,8	0,0	0,2	3	DEHE_42848.1	8,6	0,4	4,2	4
DEHE_42514.1	6,8	5,5	80,1	4	DEHE_428512.1	10,0	0,4	4,2	3
DEHE_4252.1	10,0	0,0	0,0	3	DEHE_428512.1	10,0	9,5	95,8	4
DEHE_4252.1	10,0	10,0	100,0	4	DEHE_428532.1	13,8	7,1	51,6	2
DEHE_4254.1	22,9	15,7	68,7	2	DEHE_428532.1	13,8	6,7	48,4	4
DEHE_4254.1	22,9	0,8	3,7	3	DEHE_428532.2	3,3	0,2	6,0	2
DEHE_4254.1	22,9	6,3	27,6	4	DEHE_428532.2	3,3	3,1	94,0	4
DEHE_4256.1	22,6	6,5	28,5	3	DEHE_4285324.1	7,6	7,6	100,0	3
DEHE_4256.1	22,6	16,2	71,5	4	DEHE_4285326.1	6,5	6,5	100,0	4
DEHE_42596.1	22,2	22,2	100,0	4	DEHE_4285332.1	2,4	0,6	26,6	2
DEHE_426.1	31,8	1,0	3,2	3	DEHE_4285332.1	2,4	1,7	73,4	4
DEHE_426.1	31,8	30,8	96,8	4	DEHE_4285332.2	4,2	4,2	100,0	4
DEHE_426.2	21,5	9,1	42,4	3	DEHE_4285352.1	7,2	6,7	92,7	1
DEHE_426.2	21,5	12,4	57,6	4	DEHE_4285352.1	7,2	0,5	7,3	4
DEHE_426.3	2,8	2,8	100,0	3	DEHE_428538.1	13,2	12,8	96,4	2
DEHE_426.4	23,1	1,2	5,4	3	DEHE_428538.1	13,2	0,5	3,6	4
DEHE_426.4	23,1	21,9	94,6	4	DEHE_4285388.1	8,5	1,7	19,6	2
DEHE_426738.1	3,9	3,9	100,0	4	DEHE_4285388.1	8,5	0,3	3,0	3
DEHE_42674.1	5,3	5,3	99,6	2	DEHE_4285388.1	8,5	6,6	77,4	4
DEHE_42674.1	5,3	0,0	0,4	4	DEHE_428554.1	10,8	10,8	100,0	4
DEHE_426754.1	3,4	3,4	100,0	4	DEHE_42856.1	24,9	10,2	41,0	2
DEHE_42676.1	5,3	5,3	100,0	4	DEHE_42856.1	24,9	12,8	51,3	3
DEHE_4268.1	11,9	11,9	100,0	4	DEHE_42856.1	24,9	1,9	7,7	4
DEHE_42712.1	21,5	21,5	100,0	4	DEHE_42858.1	17,2	17,2	100,0	4
DEHE_42714.1	18,0	0,5	2,5	2	DEHE_4286.1	16,6	2,7	16,2	3
DEHE_42714.1	18,0	16,7	92,5	3	DEHE_4286.1	16,6	13,9	83,8	4
DEHE_42714.1	18,0	0,9	5,0	4	DEHE_4286.2	17,1	17,1	100,0	4
DEHE_42716.1	6,8	6,8	100,0	4	DEHE_4288.1	18,9	0,0	0,2	2
DEHE_4272.1	20,1	20,1	100,0	4	DEHE_4288.1	18,9	18,9	99,8	3
DEHE_42732.1	10,8	9,8	91,5	2	DEHE_4288.2	41,0	1,9	4,6	3
DEHE_42732.1	10,8	0,9	8,5	3	DEHE_4288.2	41,0	39,1	95,4	4
DEHE_42734.1	10,0	9,6	95,5	2	DEHE_4288.3	56,7	38,9	68,6	2
DEHE_42734.1	10,0	0,4	4,5	4	DEHE_4288.3	56,7	0,2	0,4	3
DEHE_4274.1	11,9	11,9	100,0	4	DEHE_4288.3	56,7	17,6	31,1	4
DEHE_427512.1	8,5	8,5	100,0	3	DEHE_4288.4	21,1	21,1	100,0	4
DEHE_42752.1	9,1	2,5	27,4	3	DEHE_42882.1	1,6	1,6	100,0	3
DEHE_42752.1	9,1	6,6	72,6	4	DEHE_42882.2	17,9	9,9	55,5	2
DEHE_42754.1	6,6	6,6	100,0	2	DEHE_42882.2	17,9	7,9	44,5	4
DEHE_427572.1	4,2	4,2	100,0	4	DEHE_428832.1	22,0	21,8	99,3	3
DEHE_42758.1	9,7	9,7	100,0	4	DEHE_428832.1	22,0	0,1	0,7	4
DEHE_4276.1	20,9	1,3	6,2	2	DEHE_4288326.1	7,7	7,7	100,0	3
DEHE_4276.1	20,9	0,6	2,9	3	DEHE_4288332.1	13,2	1,6	12,1	3
DEHE_4276.1	20,9	19,0	90,9	4	DEHE_4288332.1	13,2	11,6	87,9	4
DEHE_4278.1	21,5	9,4	43,6	3	DEHE_4288334.1	4,5	4,3	95,6	4
DEHE_4278.1	21,5	12,1	56,4	4	DEHE_4288334.1	4,5	0,2	4,4	5
DEHE_42792.1	12,1	10,5	86,4	3	DEHE_4288334.2	8,3	8,3	100,0	4
DEHE_42792.1	12,1	1,6	13,6	4	DEHE_428836.1	14,8	14,8	100,0	3
DEHE_42794.1	13,9	13,7	98,8	2	DEHE_4288372.1	7,4	0,2	3,3	2
DEHE_42794.1	13,9	0,2	1,2	4	DEHE_4288372.1	7,4	7,2	96,7	4
DEHE_42798.1	6,7	6,7	99,9	3	DEHE_428838.1	10,3	0,4	4,4	2
DEHE_42798.1	6,7	0,0	0,1	4	DEHE_428838.1	10,3	9,8	95,6	4
DEHE_428.1	44,0	21,0	47,8	2	DEHE_42884.1	20,9	20,9	100,0	4
DEHE_428.1	44,0	23,0	52,2	4	DEHE_42886.1	20,2	20,2	100,0	4
DEHE_428.2	5,5	5,5	100,0	4	DEHE_428872.1	8,9	8,9	100,0	4
DEHE_428.3	27,0	0,8	2,8	3	DEHE_428876.1	11,1	11,0	99,3	2
DEHE_428.3	27,0	26,2	97,2	4	DEHE_428876.1	11,1	0,1	0,7	3
DEHE_428.4	58,1	13,2	22,7	2	DEHE_428878.1	6,4	6,4	100,0	3
DEHE_428.4	58,1	44,6	76,8	3	DEHE_42888.1	9,0	7,7	84,7	1
DEHE_428.4	58,1	0,3	0,5	4	DEHE_42888.1	9,0	1,1	11,8	2
DEHE_4281596.1	4,1	0,0	0,0	3	DEHE_42888.1	9,0	0,3	3,5	3
DEHE_4281596.1	4,1	4,1	100,0	4	DEHE_42888.2	29,1	8,3	28,6	1

Tabelle 33 fortgesetzt

MS_CD_RW	bewertete Gesamtlänge des WK [km]	Anteil an der bewerteten Gesamtlänge des WK [km]	Anteil an der bewerteten Gesamtlänge des WK [%]	ÖZKL-Trophie des bewerteten Abschnitts
DEHE 42888.2	29,1	20,8	71,4	2
DEHE 42889.1	12,2	11,7	95,5	4
DEHE 42889.4.1	12,2	0,6	4,5	5
DEHE 42889.6.1	13,0	13,0	100,0	4
DEHE 42891.4.1	5,5	5,5	100,0	4
DEHE 42892.1	9,6	9,3	96,4	2
DEHE 42892.1	9,6	0,3	3,6	3
DEHE 42892.2	24,5	1,3	5,3	2
DEHE 42892.2	24,5	2,2	8,8	4
DEHE 42892.2	24,5	21,0	85,9	5
DEHE 42892.9.1	7,0	7,0	100,0	4
DEHE 42898.1	8,8	8,8	100,0	4
DEHE 4292.1	17,2	0,2	1,4	4
DEHE 4292.1	17,2	17,0	98,6	5
DEHE 4294.1	7,9	7,9	100,0	4
DEHE 4295.2.1	4,9	2,2	45,9	3
DEHE 4295.2.1	4,9	2,6	54,1	4
DEHE 4295.2.2	6,8	6,8	100,0	4
DEHE 4295.8.1	4,1	4,1	100,0	3
DEHE 4295.8.2	17,0	17,0	100,0	4
DEHE 4295.9.2.1	16,6	16,6	100,0	4
DEHE 4296.1	28,9	7,4	25,7	3
DEHE 4296.1	28,9	21,5	74,3	4
DEHE 4298.1	19,1	16,0	84,0	3
DEHE 4298.1	19,1	3,0	16,0	4
DEHE 4299.2.1	8,7	8,7	100,0	4
DEHE 4299.4.1	7,3	7,3	100,0	4
DEHE 4334.1	7,8	7,8	100,0	2
DEHE 4363.2.1	2,7	2,7	100,0	4
DEHE 44.1	37,4	37,4	99,9	2
DEHE 44.1	37,4	0,0	0,1	3
DEHE 44.8	5,9	2,7	46,5	1
DEHE 44.8	5,9	0,2	3,3	2
DEHE 44.8	5,9	2,9	50,2	3
DEHE 44.9	15,6	14,8	95,0	3
DEHE 44.9	15,6	0,8	5,0	4
DEHE 44.14.1	17,0	17,0	100,0	2
DEHE 44.18.1	13,0	13,0	100,0	4
DEHE 44.34.1	13,9	13,9	100,0	4
DEHE 444.1	3,1	2,8	89,8	3
DEHE 444.1	3,1	0,3	10,2	4
DEHE 444.2	8,2	6,4	78,4	3
DEHE 444.2	8,2	1,8	21,6	4
DEHE 444.3	5,0	5,0	100,0	3
DEHE 444.4	18,3	3,3	18,1	3
DEHE 444.4	18,3	15,0	81,9	4
DEHE 444.8.1	26,0	8,4	32,3	3
DEHE 444.8.1	26,0	17,6	67,7	4
DEHE 444.9.2.1	5,2	5,2	100,0	3
DEHE 446.1	33,2	0,0	0,0	2
DEHE 446.1	33,2	9,9	29,8	3
DEHE 446.1	33,2	23,3	70,2	4
DEHE 447.2.1	4,7	4,5	95,9	3
DEHE 447.2.1	4,7	0,2	4,1	4
DEHE 448.1	43,9	9,5	21,7	3
DEHE 448.1	43,9	34,4	78,3	4
DEHE 449.2.1	4,9	4,9	100,0	4
DEHE 449.4.1	22,8	22,8	100,0	2
DEHE 488138.1	4,8	4,4	92,6	2
DEHE 488138.1	4,8	0,4	7,4	3
DENI 08001	40,1	0,0	0,1	2
DENI 08001	40,1	39,4	98,4	3
DENI 08001	40,1	0,6	1,6	4
DENI 08020	6,6	0,8	12,9	2
DENI 08020	6,6	3,2	49,4	3
DENI 08020	6,6	2,5	37,7	4
DENW258 170 176	1,6	1,6	100,0	2
DENW42816_0_19	4,9	2,4	49,8	1
DENW42816_0_19	4,9	1,5	30,9	3
DENW42816_0_19	4,9	0,9	19,3	4
DENW4282_11_36	7,4	0,5	6,3	2
DENW4282_11_36	7,4	1,7	23,0	3
DENW4282_11_36	7,4	5,2	70,6	4
DENW42826_0_12	4,3	0,6	13,8	3
DENW42826_0_12	4,3	3,7	86,2	4
DENW44_37_47	2,3	2,3	100,0	2
DENW44_57_92	5,1	2,4	46,4	2
DENW44_57_92	5,1	2,7	53,6	3
DENW442_0_35	5,9	5,9	100,0	1
DENW44392_0_6	2,9	2,9	99,2	1
DENW44392_0_6	2,9	0,0	0,8	2
DENW4452_0_9	3,7	3,7	100,0	3
DENW4454_0_18	0,3	0,3	100,0	3
DENW44592_0_8	1,9	0,0	0,0	2

MS_CD_RW	bewertete Gesamtlänge des WK [km]	Anteil an der bewerteten Gesamtlänge des WK [km]	Anteil an der bewerteten Gesamtlänge des WK [%]	ÖZKL-Trophie des bewerteten Abschnitts
DENW44592_0_8	1,9	1,9	100,0	3
DERP 2000000000_2	61,2	0,2	0,4	2
DERP 2000000000_2	61,2	17,0	27,7	3
DERP 2000000000_2	61,2	44,0	71,9	4
DERP 2000000000_3	34,7	10,7	30,9	2
DERP 2000000000_3	34,7	21,7	62,6	3
DERP 2000000000_3	34,7	2,3	6,5	4
DERP 2000000000_6	14,7	1,2	8,4	2
DERP 2000000000_6	14,7	13,5	91,6	3
DERP 2588000000_2	0,0	0,0	100,0	3
DERP 2588800000_0	5,9	5,9	100,0	4
DERP 2589200000_3	6,2	6,2	100,0	4
DERP 2589600000_1	7,0	7,0	100,0	4
DETH 41_68+129	11,2	1,3	11,4	4
DETH 41_68+129	11,2	9,9	88,6	5
DETH 414_0+49	18,5	18,5	100,0	2
DETH 414_0+49	18,5	0,0	0,0	5
DETH 4178_0+18	4,3	4,3	100,0	3
DETH 4178_0+18	4,3	0,0	0,0	4

Anhang

Tabelle 34: Prozentualer Anteil saprobiell und trophisch belasteter Gewässerabschnitte (ÖZKL 3, 4 & 5) innerhalb der einzelnen Wasserkörper; Stand: 2016

MS_CD_RW = WK-Nummer; WK = Wasserkörper; ÖZKL = ökologische Zustandsklasse

MS_CD_RW	Name Wasserkörper	saprobiell belastet	trophisch belastet	MS_CD_RW	Name Wasserkörper	saprobiell belastet	trophisch belastet
		(ÖZKL 3/4/5)	(ÖZKL 3/4/5)			(ÖZKL 3/4/5)	(ÖZKL 3/4/5)
		[%]	[%]			[%]	[%]
DENW44392_0_6	Kälberbach	0,00	0,00	DEHE_428532.1	Untere Itter	39,40	48,44
DEHE_24742.1	Marbachtalsperre	0,00	0,00	DEHE_424.2	Obere Schlitz	8,30	48,86
DEHE_24742.2	Warbach	0,00	0,00	DEHE_44.8	Diemeltalsperre	0,00	50,19
DEHE_24766.2	Oberer Ohlebach	0,00	0,00	DENW42816_0_19	Eisoff	0,00	50,19
DEHE_247796.1	Schifffläche	100,00	0,00	DEHE_247972.1	Bach vom Buchrainweiher	0,00	50,82
DEHE_248.5	Niddaltalsperre	0,00	0,00	DEHE_24484.1	Jossa/Burgjoss	0,00	51,04
DEHE_248.6	Nidda/Vogelsberg	0,00	0,00	DEHE_428.1	Untere Eder	0,00	52,22
DEHE_24814.1	Ulfa	0,00	0,00	DENW44_57_92	Diemel	0,00	53,58
DEHE_25126.1	Weilritzbach	0,00	0,00	DEHE_42846.1	Aar	0,00	57,26
DEHE_25128.1	Wäschbach	12,20	0,00	DEHE_42856.1	Wesebach	0,00	59,03
DEHE_2534.1	Elsterbach	0,00	0,00	DEHE_41936.1	Alte Hainsbach	0,00	60,11
DEHE_25814.0	Perf/ehemals258.6	75,00	0,00	DEHE_2394.1	Untere Weschnitz	0,00	62,55
DEHE_41774.1	Gatterbach	2,00	0,00	DEHE_244832.1	Gronaubach	0,00	65,80
DEHE_41792.1	Kellaerbach	0,00	0,00	DEHE_23986.2	Darmbach	11,60	66,48
DEHE_4188.1	Vierbach	0,00	0,00	DEHE_41712.1	Bach bei Archfeld	0,00	67,38
DEHE_4198.1	Rautenbach	0,00	0,00	DEHE_247854.1	Bieber/Bieberggrund	0,00	68,73
DEHE_42754.1	Holzgraben	0,00	0,00	DERP_2000000000_3	Unterer Oberrhein	8,70	69,07
DEHE_428176.1	Elbrighäuserbach	0,00	0,00	DEHE_2512.1	Unterer Salzbach	17,60	70,54
DEHE_42818.1	Linsperbach	0,00	0,00	DEHE_2482.2	Obere Horloff	17,00	71,90
DEHE_42828.1	Nienze	0,00	0,00	DEHE_25846.1	Untere Aar	15,00	72,08
DEHE_42888.2	Obere Efze	17,60	0,00	DEHE_41954.1	Oberrieder Bach	0,20	72,77
DEHE_4334.1	Hemelbach	0,00	0,00	DEHE_4285332.1	Unterer Aselbach	0,00	73,40
DEHE_4414.1	Itter	0,00	0,00	DEHE_23896.1	Ulfenbach	0,90	75,10
DEHE_4494.1	Holzape	0,00	0,00	DEHE_24786.2	Obere Gründau	53,90	76,20
DENW258_170_176	Lahn	0,00	0,00	DEHE_428.4	Eder/Frankenber	7,80	77,32
DENW44_37_47	Diemel	0,00	0,00	DEHE_24848.2	Obere Usa	22,60	77,64
DENW442_0_35	Hoppecke	0,00	0,00	DEHE_256.1	Wisper	16,20	78,66
DEHE_247832.1	Klingbach	0,00	0,02	DEHE_2586.2	Obere Weil	11,70	79,15
DETH_414_0+49	Untere Ulster	0,00	0,03	DEHE_258372.1	Wissmar-Bach	0,00	79,83
DEHE_4281952.1	Goldbach/Röddenau	0,10	0,04	DEHE_42514.1	Wiesbach	0,00	80,21
DEHE_44.1	Untere Diemel	0,00	0,07	DEHE_4285388.1	Reiherbach	0,00	80,40
DEHE_258.4	Lahn/Marburg	6,10	0,14	DEHE_258396.1	Kleebach	42,70	82,34
DEHE_2494.1	Kelsterbach	0,00	0,20	DEHE_24766.1	Unterer Ohlebach	11,40	83,12
DEHE_42674.1	Rainbach	0,00	0,42	DEHE_2584.1	Untere Dill	4,10	83,39
DEHE_24894.2	Oberer Urselbach	0,00	0,64	DEHE_25874.1	Emsbach	7,40	84,58
DEHE_428876.1	Olmes	65,30	0,67	DEHE_424.1	Untere Schlitz	0,30	85,32
DEHE_42794.1	Müimisch	0,00	1,24	DENI_08020	Schwüme Unterlauf (08020)	0,00	87,10
DEHE_25854.1	Iserbach	0,00	1,43	DEHE_41972.1	Wilhelmshäuser Bach	0,00	87,26
DEHE_23954.1	Unterer Winkelbach	54,10	2,46	DEHE_258.5	Lahn/Caldern	0,00	88,55
DEHE_25828.1	Untere Wohra	1,50	3,05	DEHE_42232.1	Kressenwasser	0,00	89,77
DEHE_42888.1	Untere Efze	0,00	3,48	DEHE_24748.1	Breitenbach	0,00	91,27
DEHE_25868.1	Weinbach	0,00	3,55	DERP_2000000000_6	Mittelrhein	0,00	91,61
DEHE_428538.1	Werbe	0,00	3,55	DEHE_2584.2	Obere Dill	0,00	91,71
DEHE_248278.1	Sommerbach-Ortenberggraben	100,00	3,56	DEHE_25814.1	Perfstausee	0,00	91,96
DEHE_42892.1	Untere Ems	47,90	3,59	DEHE_239882.1	Hauptgraben	81,20	92,34
DEHE_42848.1	Heimbach	0,00	4,18	DENW4282_11_36	Nuhne	0,00	93,69
DEHE_247682.1	Hegwaldbach	4,20	4,20	DEHE_4276.1	Beise	0,00	93,78
DEHE_25826.1	Klein	14,80	4,28	DEHE_428532.2	Obere Itter	0,00	94,03
DEHE_42734.1	Bebra	67,50	4,49	DEHE_23948.1	Landgraben/Lorsch	91,00	94,30
DEHE_428198.1	Nemphe	0,00	5,35	DEHE_244818.1	Schluppbach	0,00	94,69
DEHE_4285352.1	Banfèr - Bach	0,00	7,32	DEHE_42892.2	Obere Ems	0,00	94,69
DEHE_488138.1	Hebenschäuser Bach	0,00	7,36	DEHE_428838.1	Gers	21,60	95,64
DEHE_428174.1	Riedgraben/Dodenau	0,00	7,79	DEHE_25852.1	Unterer Solmsbach	47,60	95,83
DEHE_247862.1	Waschbach/Waldensberg	91,70	8,34	DEHE_2582.1	Untere Ohm	48,00	96,07
DEHE_42732.1	Solz/Bebra	0,00	8,45	DEHE_247458.1	Kimbach	0,00	96,55
DEHE_247474.1	Oberhöchster Bach	0,00	10,20	DEHE_4288372.1	Katzenbach	0,00	96,65
DEHE_414.2	Obere Ulster	0,00	11,83	DEHE_42714.1	Rohrbach	0,00	97,49
DEHE_247668.1	Länderbach	0,00	12,03	DEHE_23986.1	Landgraben/Griesheim	92,40	97,52
DEHE_428192.1	Hainerbach	0,00	12,50	DEHE_258334.1	Zwester Ohm	51,70	98,30
DEHE_24796.1	Hainbach	0,00	12,71	DEHE_418.1	Untere Wehre	0,10	98,40
DEHE_2474.2	Obere Mümling	0,00	14,80	DEHE_25828.2	Mittlere Wohra	1,10	98,41
DEHE_23988.1	Ginsheimer Altrhein	100,00	17,88	DEHE_248.3	Nidda/Nidda	78,60	98,55
DEHE_41974.1	Hungershäuserbach	0,00	19,73	DEHE_42832.1	Lengelbach	0,00	99,65
DEHE_2488.2	Oberer Erlenbach	0,00	20,28	DERP_2000000000_2	Mittlerer Oberrhein	0,80	99,65
DEHE_25132.1	Mosbach	3,90	20,31	DEHE_25836.1	Untere Lumda	0,00	99,80
DEHE_23984.1	Mühlbach/Großgerau	14,80	24,71	DEHE_4288.1	Untere Schwalm	1,70	99,83
DEHE_247438.1	Erdbach	0,00	24,86	DEHE_258454.1	Meerbach/Dillenburg	0,00	99,94
DEBW_49-02	Neckargeb. unterh. Seebach oberh. Elsenz	0,00	29,24	DEHE_258332.1	Wenkbach	85,00	99,95
DEHE_42252.1	Kemmete	67,70	29,65	DENI_08001	Weser (08001)	0,00	99,95
DEHE_247632.1	Wembach	0,00	30,56	DEHE_25832.1	Alina	21,70	99,96
DEHE_4254.1	Jossa/Herzberg	8,40	31,28	DEHE_24.1	Main - Hessen	3,30	99,96
DEHE_4288.3	Schwalm/Röllshausen	22,40	31,42	DEHE_446.1	Warme	0,00	99,97
DEHE_247974.1	Riedgraben/Frankfurt	55,30	31,74	DEHE_41.2	Werra/Eschwege	85,00	99,98
DEHE_248.4	Nidda/Eichelsachsen	0,00	36,91	DENW44592_0_8	Vombach	0,00	99,98
DEHE_25814.2	Perf	0,00	41,81	DEHE_239492.1	Meerbach/Bensheim	28,40	99,99
DEHE_24786.1	Untere Gründau	23,70	43,97	DEHE_239476.1	Stadtbach	6,40	100,00
DEHE_42882.2	Obere Antreff	39,00	44,47	DEHE_42.2	Fulda/Kassel	0,20	100,00
DEHE_4282.1	Untere Nuhne	0,00	45,54	DEBW_4-05	Flusskörper Neckar ab Kocher	0,00	100,00
DEHE_258498.1	Blasbach	0,00	45,80	DEBY_2_F146	Main oberhalb Kahl	0,00	100,00
DEHE_2492.1	Unterer Liederbach	29,80	46,15	DEBY_2_F154	Lohr mit Flörsbach und Laubersbach; Rechtenbach	0,00	100,00

Anhang

Tabelle 34 fortgesetzt

MS_CD_RW	Name Wasserkörper	saprobiiell belastet (ÖZKL 3/4/5) [%]	trophisch belastet (ÖZKL 3/4/5) [%]	MS_CD_RW	Name Wasserkörper	saprobiiell belastet (ÖZKL 3/4/5) [%]	trophisch belastet (ÖZKL 3/4/5) [%]
DEBY_2_F158	Mangelbach - Waldbach, Ohrenbach	0,00	100,00	DEHE_24864.1	Unterer Bleichenbach	0,00	100,00
DEBY_2_F164	Amorbach	0,00	100,00	DEHE_24864.2	Oberer Bleichenbach	100,00	100,00
DEBY_2_F170	Mömling von Landesgrenze HE/BY bis Mündung in den Main	4,90	100,00	DEHE_24866.1	Seemenbach/Büdingen	0,00	100,00
DEBY_2_F173	Weilzbach, Pflaumbach	0,00	100,00	DEHE_24866.2	Oberer Seemenbach	38,30	100,00
DEBY_2_F175	Gersprenz von Landesgrenze HE/BY bis Mündung in den Main	0,00	100,00	DEHE_24866.1	Wolfsbach	0,00	100,00
DEBY_2_F198	Sinn von unterhalb Staatsbad Bad Brückenaue bis Mündung in die Fränkische Saale	0,00	100,00	DEHE_24868.1	Krebsbach	100,00	100,00
DEHE_23896.2.1	Gadener Bach	0,00	100,00	DEHE_2488.1	Unterer Erlenbach	71,70	100,00
DEHE_23932.1	Nordheimer Altrhein	8,00	100,00	DEHE_24892.1	Unterer Eschbach	71,90	100,00
DEHE_23932.4.1	Rinne	100,00	100,00	DEHE_24892.2	Oberer Eschbach	14,50	100,00
DEHE_2394.2	Obere Weschnitz	9,30	100,00	DEHE_24894.1	Unterer Urselbach	49,10	100,00
DEHE_23949.1	Halbmaasgraben	100,00	100,00	DEHE_24895.1	Steinbach/Frankfurt	65,40	100,00
DEHE_23954.2	Oberer Winkelbach	0,00	100,00	DEHE_24896.1	Unterer Westerbach	2,10	100,00
DEHE_2396.1	Stockstadt-Erfelder Altrhein	90,70	100,00	DEHE_24896.2	Oberer Westerbach	0,00	100,00
DEHE_23962.1	Untere Modau	38,90	100,00	DEHE_24898.1	Unterer Sulzbach	21,70	100,00
DEHE_23962.2	Obere Modau	32,00	100,00	DEHE_24898.2	Oberer Sulzbach	29,40	100,00
DEHE_23962.8.1	Unterer Fanggraben	58,40	100,00	DEHE_24898.2.1	Schwalbach	45,30	100,00
DEHE_23962.8.2	Oberer Fanggraben	0,00	100,00	DEHE_2492.2	Oberer Liederbach	0,00	100,00
DEHE_23964.1	Sandbach	11,30	100,00	DEHE_2496.1	Schwarzbach/Hattersheim	0,00	100,00
DEHE_2398.1	Schwarzbach/Astheim	91,30	100,00	DEHE_2496.2	Schwarzbach/Eppstein	0,00	100,00
DEHE_2398.2	Schwarzbach/Mörfelden	13,60	100,00	DEHE_2497.4.1	Ardeigraben	0,00	100,00
DEHE_2398.3	Schwarzbach/Waldorf	18,60	100,00	DEHE_2497.4.2.1	Weilbach	0,00	100,00
DEHE_23982.1	Hegbach	0,00	100,00	DEHE_2498.1	Wickerbach	4,00	100,00
DEHE_23982.8.1	Apfelbach	0,00	100,00	DEHE_2499.2.1	Käsbach	59,10	100,00
DEHE_23984.2.1	Silz	0,00	100,00	DEHE_2512.2	Rambach	0,00	100,00
DEHE_24482.1	Schmale Sinn	0,00	100,00	DEHE_2512.4.1	Schwarzbach/Wiesbaden	0,00	100,00
DEHE_24738.1	Mutterbach	0,00	100,00	DEHE_2513.4.1	Lindenbach	0,00	100,00
DEHE_2474.1	Untere Mümling	15,10	100,00	DEHE_2514.1	Walluf	0,00	100,00
DEHE_2474.4.1	Rehbach/Steinbach-Taunus	0,00	100,00	DEHE_2516.1	Erbach	0,00	100,00
DEHE_24745.4.1	Waldbach	0,00	100,00	DEHE_2538.1	Stegbach	0,00	100,00
DEHE_24745.6.1	Brombach	0,00	100,00	DEHE_258.1	Lahn/Limburg	0,00	100,00
DEHE_24746.1	Kinzig	0,00	100,00	DEHE_258.2	Lahn/Weilburg	1,40	100,00
DEHE_2476.1	Gersprenz/Dieburg	10,60	100,00	DEHE_258.3	Lahn/Gießen	33,80	100,00
DEHE_2476.2	Gersprenz/Reinheim	25,60	100,00	DEHE_25816.1	Dautphe	0,00	100,00
DEHE_2476.3	Gersprenz/Reichelsheim	0,00	100,00	DEHE_25818.1	Untere Wetschaft	0,00	100,00
DEHE_24762.1	Fischbach	0,00	100,00	DEHE_25818.2	Obere Wetschaft	0,00	100,00
DEHE_24763.7.2.1	Stillgraben	0,70	100,00	DEHE_25818.4.1	Wollmar	0,00	100,00
DEHE_24763.7.2.2.1	Erbesbach	100,00	100,00	DEHE_25818.6.1	Treisbach	0,00	100,00
DEHE_24764.1	Semme	0,00	100,00	DEHE_25818.6.8.1	Asphe	16,00	100,00
DEHE_24768.1	Lache/Babenhausen	60,70	100,00	DEHE_25818.8.1	Rosphe	0,00	100,00
DEHE_24779.2.1	Bachgraben	0,00	100,00	DEHE_2582.2	Obere Ohm	16,70	100,00
DEHE_2478.1	Untere Kinzig	61,30	100,00	DEHE_2582.5.1	Rulfbach	38,90	100,00
DEHE_2478.2	Kinzigtalesperre	0,00	100,00	DEHE_2582.6.1	Netzebach	99,60	100,00
DEHE_2478.3	Obere Kinzig	21,80	100,00	DEHE_2582.8.3	Obere Wohra	13,50	100,00
DEHE_24781.8.1	Ulbach/Marborn	0,00	100,00	DEHE_2582.8.4.1	Bentreff	22,60	100,00
DEHE_24782.1	Salz	0,00	100,00	DEHE_2582.8.6.1	Josbach	0,00	100,00
DEHE_24784.1	Bracht	21,90	100,00	DEHE_2582.8.7.2.1	Wadebach	48,40	100,00
DEHE_24785.2.1	Orb	0,00	100,00	DEHE_2582.8.8.1	Hatzbach	43,90	100,00
DEHE_24785.6.1	Schandelbach	51,10	100,00	DEHE_2582.9.1.4.1	Marienbach	100,00	100,00
DEHE_24785.8.1	Birkigsbach	2,10	100,00	DEHE_2582.9.6.1	Rotes Wasser	0,00	100,00
DEHE_24785.9.2.1	Hasselbach	98,90	100,00	DEHE_2583.4.1	Salzböde	3,00	100,00
DEHE_24787.2.1	Lache/Rodenbach	41,80	100,00	DEHE_2583.6.2	Obere Lumda	53,90	100,00
DEHE_24788.1	Fallbach	99,50	100,00	DEHE_2583.8.1	Wieseck	28,00	100,00
DEHE_2479.2.1	Rodau	40,30	100,00	DEHE_2583.9.2.1	Fohnbach	0,00	100,00
DEHE_24792.8.1	Bieber/Rodgau	37,80	100,00	DEHE_2583.9.4.1	Bieber/Heuchelheim	4,40	100,00
DEHE_24794.1	Braubach	99,90	100,00	DEHE_2583.9.7.2.1	Welschbach	0,00	100,00
DEHE_24798.1	Luderbach	27,10	100,00	DEHE_2583.9.8.1	Schwalbenbach	0,00	100,00
DEHE_248.1	Nidda/Frankfurt	94,10	100,00	DEHE_2583.9.9.6.1	Wetzbach	0,00	100,00
DEHE_248.2	Nidda/Bad Vilbel	48,30	100,00	DEHE_2584.5.6.1	Schelde	0,00	100,00
DEHE_24818.1	Laisbach	39,00	100,00	DEHE_2584.6.2	Aartalsperre	7,30	100,00
DEHE_24819.2.2.1	Wehrbach	100,00	100,00	DEHE_2584.6.3	Obere Aar	0,00	100,00
DEHE_2482.1	Untere Horloff	94,10	100,00	DEHE_2584.7.2.1	Amdorfbach	0,00	100,00
DEHE_2482.3.9.8.2.1	Langder Flutgraben	100,00	100,00	DEHE_2584.8.1	Rehbach	0,00	100,00
DEHE_2482.7.2.1	Waschbach/Berstadt	0,00	100,00	DEHE_2584.8.2	Krombach-/Driedorfalsperre	0,00	100,00
DEHE_2482.7.6.1	Biedrichsgraben	100,00	100,00	DEHE_2584.9.2.1	Lemp	0,00	100,00
DEHE_2484.1	Untere Wetter	50,60	100,00	DEHE_2585.2.2	Oberer Solmsbach	0,00	100,00
DEHE_2484.2	Obere Wetter	21,50	100,00	DEHE_2585.5.8.1	Tiefenbach/Braunfels	0,00	100,00
DEHE_2484.3.6.1	Albach	49,40	100,00	DEHE_2585.6.1	Ulbach/Biskirchen	0,00	100,00
DEHE_2484.4.1	Rostgraben-Welsbach	29,20	100,00	DEHE_2585.8.1	Kallenbach	0,00	100,00
DEHE_2484.5.2.1	Gambach	100,00	100,00	DEHE_2585.8.6.1	Seeweier	0,00	100,00
DEHE_2484.6.1	Lattwiesengraben	100,00	100,00	DEHE_2585.9.2.1	Grundbach	0,00	100,00
DEHE_2484.8.1	Untere Usa	83,50	100,00	DEHE_2586.1	Untere Weil	7,00	100,00
DEHE_2484.8.8.1	Seebach	100,00	100,00	DEHE_2587.2.1	Kerkerbach	13,30	100,00
DEHE_2484.9.2.1	Straßbach	100,00	100,00	DEHE_2587.3.2.1	Tiefenbach/Beselich	89,50	100,00
DEHE_2485.2.1	Rosbach	98,30	100,00	DEHE_2587.6.1	Elbbach	22,70	100,00
DEHE_2485.6.1	Heitzhoferbach	100,00	100,00	DEHE_2588.2	Aar/Taunusstein	16,20	100,00
DEHE_2486.1	Untere Nidder	76,70	100,00	DEHE_41.1	Werra/Niedersachsen	100,00	100,00
DEHE_2486.2	Nidder/Düdelshheim	40,90	100,00	DEHE_41.4	Werra/Philippthal	38,10	100,00
DEHE_2486.3	Nidder/Ortenberg	0,00	100,00	DEHE_41.4.4.1	Weid	0,00	100,00
DEHE_2486.4	Nidder/Hirzhain	4,80	100,00	DEHE_41.4.8.1	Taft	0,00	100,00

Anhang

Tabelle 34 fortgesetzt

MS_CD_RW	Name Wasserkörper	saprobiell belastet (ÖZKL 3/4/5) [%]	trophisch belastet (ÖZKL 3/4/5) [%]	MS_CD_RW	Name Wasserkörper	saprobiell belastet (ÖZKL 3/4/5) [%]	trophisch belastet (ÖZKL 3/4/5) [%]
DEHE_41512.1	Zellersbach	0,00	100,00	DEHE_4285326.1	Kuhbach	16,40	100,00
DEHE_415132.1	Stärkelsbach	0,00	100,00	DEHE_4285332.2	Oberer Aselbach	92,80	100,00
DEHE_4152.1	Herfabach	0,00	100,00	DEHE_428554.1	Netze	0,00	100,00
DEHE_41532.1	Schwarzer Graben	0,10	100,00	DEHE_42858.1	Wilde	10,40	100,00
DEHE_4156.1	Weihe	5,80	100,00	DEHE_4286.1	Untere Elbe	0,00	100,00
DEHE_41574.1	Nesse	0,30	100,00	DEHE_4286.2	Obere Elbe	37,80	100,00
DEHE_4174.1	Heldrabach	0,90	100,00	DEHE_4288.2	Schwalm/Gilsa	93,30	100,00
DEHE_4176.1	Rambach	0,00	100,00	DEHE_4288.4	Schwalm/Alsfeld	6,70	100,00
DEHE_41772.1	Schlierbach	0,00	100,00	DEHE_42882.1	Antreffstalsperre	0,00	100,00
DEHE_418.2	Obere Wehre	0,00	100,00	DEHE_428832.1	Grennf	7,00	100,00
DEHE_41872.1	Leimbach	0,00	100,00	DEHE_4288326.1	Buchbach	0,00	100,00
DEHE_41896.1	Schweinsbach	0,00	100,00	DEHE_4288332.1	Steina	0,00	100,00
DEHE_4192.1	Untere Berka	0,00	100,00	DEHE_4288334.1	Unterer Grenzebach	13,90	100,00
DEHE_4192.2	Obere Berka	0,00	100,00	DEHE_4288334.2	Oberer Grenzebach	94,10	100,00
DEHE_41924.1	Kupferbach	0,00	100,00	DEHE_428836.1	Wiera	29,50	100,00
DEHE_4196.1	Gelster	0,00	100,00	DEHE_42884.1	Gilsa	1,40	100,00
DEHE_42.1	Fulda/Wahnhausen	37,20	100,00	DEHE_42886.1	Urf	0,00	100,00
DEHE_42.3	Fulda/Rotenburg	0,00	100,00	DEHE_428872.1	Wälze - Bach	35,90	100,00
DEHE_42.4	Fulda/Bad Hersfeld	0,00	100,00	DEHE_428878.1	Lembach	46,30	100,00
DEHE_42.5	Fulda/Fulda	0,10	100,00	DEHE_428894.1	Riedwiesengraben	100,00	100,00
DEHE_42.6	Fulda/Gersfeld	0,00	100,00	DEHE_428896.1	Rhünda	34,80	100,00
DEHE_422.1	Untere Fliede	21,80	100,00	DEHE_428914.1	Schießbach	0,00	100,00
DEHE_422.2	Obere Fliede	0,00	100,00	DEHE_4289296.1	Goldbach/Gudensberg	100,00	100,00
DEHE_4232.1	Giesel	0,00	100,00	DEHE_42898.1	Pilgerbach	82,30	100,00
DEHE_4236.1	Untere Lüder	24,00	100,00	DEHE_4292.1	Bauna	33,00	100,00
DEHE_4236.2	Obere Lüder	17,70	100,00	DEHE_4294.1	Grunnel-Bach	9,20	100,00
DEHE_423632.1	Jossa/Hosenfeld	0,00	100,00	DEHE_42952.1	Untere Drusel	46,90	100,00
DEHE_4238.1	Rombach	0,00	100,00	DEHE_42952.2	Obere Drusel	0,00	100,00
DEHE_4244.1	Lauter	1,70	100,00	DEHE_42958.1	Untere Ahne	23,70	100,00
DEHE_4252.1	Schwarzbach/Langenschwarz	0,00	100,00	DEHE_42958.2	Obere Ahne	7,00	100,00
DEHE_4256.1	Aula	0,00	100,00	DEHE_429592.1	Wahlebach	28,50	100,00
DEHE_42596.1	Geis	0,00	100,00	DEHE_4296.1	Losse	6,20	100,00
DEHE_426.1	Untere Haune	20,80	100,00	DEHE_4298.1	Nieste	0,00	100,00
DEHE_426.2	Haune/Hünfeld	8,20	100,00	DEHE_42992.1	Espe	0,00	100,00
DEHE_426.3	Haunetalstperre	17,60	100,00	DEHE_42994.1	Osterbach	0,00	100,00
DEHE_426.4	Haune/Almendorf	0,00	100,00	DEHE_43632.1	Hessenbeeke	0,00	100,00
DEHE_426738.1	Steinbach/Haunetal	0,00	100,00	DEHE_44.9	Obere Diemel	0,00	100,00
DEHE_426754.1	Pfuhlgraben	100,00	100,00	DEHE_4418.1	Rhene	0,00	100,00
DEHE_42676.1	Rhinabach	0,00	100,00	DEHE_4434.1	Orpe	0,00	100,00
DEHE_4268.1	Eitra	0,00	100,00	DEHE_444.1	Twiste	10,00	100,00
DEHE_42712.1	Solz/Bad Hersfeld	16,20	100,00	DEHE_444.2	Twiste/Külte	0,00	100,00
DEHE_42716.1	Meckbach	100,00	100,00	DEHE_444.3	Twistetalsperre	0,00	100,00
DEHE_4272.1	Ulfe	0,00	100,00	DEHE_444.4	Obere Twiste	0,00	100,00
DEHE_4274.1	Haselbach	0,00	100,00	DEHE_4448.1	Erpe	17,40	100,00
DEHE_427512.1	Mündersbach	0,00	100,00	DEHE_44492.1	Welda	50,10	100,00
DEHE_42752.1	Gude	0,00	100,00	DEHE_4472.1	Alster	0,00	100,00
DEHE_427572.1	Eubach	100,00	100,00	DEHE_448.1	Esse	27,50	100,00
DEHE_42758.1	Wichte	0,00	100,00	DEHE_4492.1	Forellenbach	0,00	100,00
DEHE_4278.1	Pfieffe	12,20	100,00	DENW42826_0_12	Ulfe	0,00	100,00
DEHE_42792.1	Kehrenbach	0,00	100,00	DENW4452_0_9	Calenberger Bach	0,00	100,00
DEHE_42798.1	Schwarzen-Bach	0,00	100,00	DENW4454_0_18	Eggel	0,00	100,00
DEHE_428.2	Afoldermer Talsperre	0,00	100,00	DERP_2588800000_0	Palmbach	0,00	100,00
DEHE_428.3	Edertalsperre	0,00	100,00	DERP_2589200000_3	Oberer Dörsbach	0,00	100,00
DEHE_4281596.1	Lindenhöferbach	0,00	100,00	DERP_2589600000_1	Oberer Mühlbach	0,00	100,00
DEHE_4284.1	Orke	0,00	100,00	DETH_41_68+129	Untere Werra bis Heldrabach	99,60	100,00
DEHE_428512.1	Lorfe	0,00	100,00	DETH_4178_0+18	Frieda-Rosoppe	0,00	100,00
DEHE_4285324.1	Marbeck	0,00	100,00				

Diese Masterarbeit wird dem Hessischen Landesamt für Naturschutz, Umwelt und Geologie in Wiesbaden als Abschlussbericht des Projektes „Erarbeitung einer Trophiekarte für Hessen einschließlich statistischer Auswertungen zu trophischen Belastungsfaktoren als Grundlage für eine effiziente Maßnahmenplanung an hessischen Gewässern“ vorgelegt.

Eidesstattliche Versicherung

Hiermit versichere ich, dass ich die Masterarbeit selbstständig verfasst und keine anderen als die angegebenen Hilfsmittel benutzt habe, alle Stellen der Arbeit, die wörtlich oder sinngemäß aus anderen Quellen übernommen wurden, als solche kenntlich gemacht sind und die Arbeit in gleicher oder ähnlicher Form noch keiner Prüfungsbehörde vorgelegen hat.

Wiesbaden, den 2. Oktober 2018