

Fließgewässertypspezifische Ableitung von Orientierungswerten und taxaspezifischen Präferenzspektren des Makrozoobenthos für den Parameter Eisen

Endbericht

Projekt O 6.14 des Länderfinanzierungsprogramms „Wasser, Boden und Abfall“ 2014



umweltbüro essen

chromgruen

Auftraggeber:



Bund/Länder-Arbeitsgemeinschaft Wasser (LAWA)

Projektleitung: Frau K. Jenemann
Sächsisches Landesamt für Umwelt Landwirtschaft
und Geologie (LfULG)

Zuständiger Expertenkreis der LAWA:
LAWA-AO-Expertenkreis „Biologische Bewertung Fließgewässer und
Interkalibrierung“ (Federführung: Obfrau Eva Bellack) im Auftrag des
AO

Auftragnehmer:

Projektteam umweltbüro essen & chromgruen



umweltbüro essen

umweltbüro essen Bolle & Partner GbR

Rellinghauser Str. 334f
45 136 Essen

Telefon: +49 (0) 201 / 86061 – 0
Telefax: +49 (0) 201 / 86061 – 29
eMail: info@umweltbuero-essen.de
Internet: www.umweltbuero-essen.de

Bearbeiter: Dipl.-Biol. Martin Halle

chromgruen

**chromgruen
Planungs- und Beratungs-GmbH & Co KG**

Gründelle 3
42 555 Velbert

Telefon: +49 (0) 2052/92730 – 44
Telefax: +49 (0) 2052/92730 – 59
eMail: info@chromgruen.de
Internet: www.chromgruen.de

Bearbeiter: Dr. Andreas Müller

Ort, Datum:

Essen/Velbert September 2015

Inhaltsverzeichnis

Abbildungsverzeichnis	5
Tabellenverzeichnis	15
1 Einleitung und Projektziele	17
2 Eisen in Fließgewässern	19
2.1 Eisen-Chemie und Wirkungen von Eisen auf Fließgewässerorganismen ..	19
2.2 Internationale, nationale und Bundesland spezifische Grenzkonzentrationen für Eisen	23
3 Datenbasis der Untersuchung	26
3.1 Datengrundlage	26
3.2 Datenquellen und Datenaufbereitung	29
4 Ableitung taxaspezifischer Präferenzspektren des Makrozoobenthos für Eisen	30
4.1 Klassifizierung der Eisenkonzentrationen	30
4.2 Anwendung des Algorithmus auf Gesamteisen	33
4.3 Ableitung von Schwerpunktkonzentrationen und Spezifitäten der Taxa und Taxagruppen des Makrozoobenthos für Gesamteisen	37
4.4 Auswertungsergebnisse für den Gesamtdatensatz	46
4.5 Auswertungsergebnisse nach taxonomischen Gruppen	52
4.5.1 Die Taxagruppen im Überblick	52
4.5.2 Die Taxagruppen im Einzelnen	53
4.5.3 Fazit der Auswertungen nach taxonomischen Gruppen	92
4.6 Auswertungsergebnisse auf Einzeltaxa-Ebene	92
4.6.1 Fazit der Auswertungen auf Einzeltaxa-Ebene	106
4.7 Auswertungsergebnisse für die autökologischen Eigenschaften bzw. funktionalen Gruppen des Makrozoobenthos	107
4.7.1 Längszonale Präferenzen	108
4.7.2 Strömungspräferenzen	109
4.7.3 Habitatpräferenzen	110
4.7.4 Ernährungstypen	111
4.8 Auswertungsergebnisse für die Güte- und Störungszeiger des Deutschen Fauna-Index (DFI)	112
4.9 Auswertungsergebnisse für die Saprobie-Indikatoren	113
4.10 Zusammenfassung der Auswertungsergebnisse für die abgeleiteten taxaspezifischen Gesamteisen-Präferenzspektren des Makrozoobenthos	114
5 Indizierbarkeit der mittleren Jahres-Gesamteisenkonzentrationen von Probestellen mittels der abgeleiteten Gesamteisen-Typen des Makrozoobenthos	116
6 Ableitung von Orientierungswerten für Eisen	120
6.1 Konkretisierung des Begriffs „Orientierungswert“	120
6.2 Prinzipien für die Herleitung der Orientierungswertvorschläge	120
6.3 Konsequenzen für die Anwendbarkeit der Orientierungswertvorschläge auf die Messwerte des Monitorings	121

6.4	Konsequenzen für die Anwendbarkeit der Orientierungswertvorschläge auf NWB/HMWB/AWB.....	121
6.5	Beschreibung der angewendeten statistischen Verfahren.....	122
6.5.1	Korrelationsanalysen	122
6.5.2	Klassifizierungsverfahren.....	123
6.5.3	Parameterfreie Tests	123
6.5.4	Binomiale logistische Regression.....	123
6.5.5	Box-Whisker-Plots	123
6.6	Ergebnisse der statistischen Analysen.....	124
6.6.1	Korrelationsanalysen	124
6.6.2	Klassifizierungsverfahren.....	126
6.6.3	Parameterfreie Tests	136
6.6.4	Binomiale logistische Regression.....	139
6.6.5	Box-Whisker-Plots	147
6.6.6	Zusammenfassung	149
6.7	Orientierungswertvorschläge	150
6.7.1	Abgeleitete Orientierungswertvorschläge.....	150
6.7.2	Generalisierte Orientierungswertvorschläge für eine Neufassung des RaKon Teil B Arbeitspapier II.....	153
7	Gesamteisen-Schwellenwerte für alle 5 Bewertungsklassen des ökologischen Zustands.....	159
8	Gesamtzusammenfassung	161
9	Literatur	165
10	Abkürzungsverzeichnis.....	170
	ANHANG	173

Abbildungsverzeichnis

Abbildung 2-1: Gleichungen der Eisen(II)oxidation, Eisen(III)hydrolyse und Eisen(III)ausfällung als Eisenhydroxid (aus Kruspe et al. 2014)	20
Abbildung 2-2: Chemisches Modell der Oberflächenkomplexierung an Eisenhydroxidschlammern (aus Kruspe et al. 2014 nach Uhlmann et al. 2007)	22
Abbildung 2-3: Physikalische, chemische und biologische Prozesse des Eisens in Oberflächengewässern (aus Kruspe et al. 2014).....	23
Abbildung 4-1: Beispiel für eine Funktion mit vielen Optima	30
Abbildung 4-2: Verlauf der Korrelationskoeffizienten (Spearman) während der Optimierung 34	
Abbildung 4-3: Verlauf der Anzahl der Klassengrenzen während der Optimierung	35
Abbildung 4-4: Abhängigkeit des Korrelationskoeffizienten von der Zahl der Klassengrenzen	36
Abbildung 4-5: Mittelwerte der Gesamteisen-Konzentrationsklassen anorganisch dominierter Gewässertypen	43
Abbildung 4-6: Mittelwerte der Fe_{ges} -Konzentrationsklassen organisch dominierter Gewässertypen	44
Abbildung 4-7: Mittlere relative Abundanz aller ausgewerteter 1.081 Taxa anorganisch dominierter Gewässertypen gegen die Gesamteisen-Konzentration	46
Abbildung 4-8: Mittlere relative Abundanz aller ausgewerteter 897 Taxa organisch dominierter Gewässertypen gegen die Gesamteisen-Konzentration	47
Abbildung 4-9: Schwerpunktkonzentration (SWP-K) und Spezifitätsindexwerte der ausgewerteten Makrozoobenthostaxa für Gesamteisen in anorganisch dominierten Gewässertypen	48
Abbildung 4-10: Schwerpunktkonzentration (SWP-K) und Spezifitätsindexwerte der ausgewerteten Makrozoobenthostaxa für Gesamteisen in organisch dominierten Gewässertypen	49
Abbildung 4-11: Prozentuale Anteile der Gesamteisen-Typen des Makrozoobenthos in anorganisch dominierten Gewässertypen.....	50
Abbildung 4-12: Prozentuale Anteile der Gesamteisen-Typen des Makrozoobenthos in organisch dominierten Gewässertypen.....	50
Abbildung 4-13: Mittlere Gesamteisen-Schwerpunktkonzentrationen (SWP-K) der wichtigsten taxonomischen Gruppen des Makrozoobenthos in anorganisch (ANORG) und organisch dominierten (ORG) Gewässertypen, sortiert nach den SWP-K in anorganisch dominierten Gewässertypen	52
Abbildung 4-14: Mittlere Gesamteisen-Schwerpunktkonzentrationen (SWP-K) der wichtigsten taxonomischen Gruppen des Makrozoobenthos in anorganisch (ANORG) und organisch dominierten (ORG) Gewässertypen, sortiert nach den SWP-K in organisch dominierten Gewässertypen	52
Abbildung 4-15: Mittlere relative Abundanz von 15 ausgewerteten Turbellaria-Taxa anorganisch dominierter Gewässertypen gegen die Gesamteisenkonzentration; die über eine blaue Linie verbundenen Punkte markieren die relativen Abundanzen der mittleren Konzentrationen von insgesamt 7 Konzentrationsklassen, deren Klassengrenzen als graue Senkrechte dargestellt sind; die gestrichelte Senkrechte markiert die Schwerpunktkonzentration (SWP-K)	54
Abbildung 4-16: Mittlere relative Abundanz von 15 ausgewerteten Turbellaria-Taxa organisch dominierter Gewässertypen gegen die Gesamteisenkonzentration; die über eine braune Linie verbundenen Punkte markieren die relativen Abundanzen der mittleren Konzentrationen von insgesamt 6 Konzentrationsklassen, deren Klassengrenzen als graue Senkrechte dargestellt sind; die gestrichelte Senkrechte markiert die Schwerpunktkonzentration (SWP-K)	54
Abbildung 4-17: Prozentuale Anteile der Gesamteisen-Typen der Turbellaria-Taxa in anorganisch dominierten Gewässertypen.....	55

Abbildung 4-18: Prozentuale Anteile der Gesamteisen-Typen der Turbellaria-Taxa in organisch dominierten Gewässertypen.....	55
Abbildung 4-19: Mittlere relative Abundanz von 50 ausgewerteten Oligochaeta-Taxa anorganisch dominierter Gewässertypen gegen die Gesamteisenkonzentration; die über eine blaue Linie verbundenen Punkte markieren die relativen Abundanzen der mittleren Konzentrationen von insgesamt 7 Konzentrationsklassen, deren Klassengrenzen als graue Senkrechte dargestellt sind; die gestrichelte Senkrechte markiert die Schwerpunktkonzentration (SWP-K)	56
Abbildung 4-20: Mittlere relative Abundanz von 47 ausgewerteten Oligochaeta-Taxa organisch dominierter Gewässertypen gegen die Gesamteisenkonzentration; die über eine braune Linie verbundenen Punkte markieren die relativen Abundanzen der mittleren Konzentrationen von insgesamt 6 Konzentrationsklassen, deren Klassengrenzen als graue Senkrechte dargestellt sind; die gestrichelte Senkrechte markiert die Schwerpunktkonzentration (SWP-K).....	56
Abbildung 4-21: Prozentuale Anteile der Gesamteisen-Typen der Oligochaeta-Taxa in anorganisch dominierten Gewässertypen.....	57
Abbildung 4-22: Prozentuale Anteile der Gesamteisen-Typen der Oligochaeta-Taxa in organisch dominierter Gewässertypen	57
Abbildung 4-23: Mittlere relative Abundanz von 42 ausgewerteten Crustacea-Taxa anorganisch dominierter Gewässertypen gegen die Gesamteisenkonzentration; die über eine blaue Linie verbundenen Punkte markieren die relativen Abundanzen der mittleren Konzentrationen von insgesamt 7 Konzentrationsklassen, deren Klassengrenzen als graue Senkrechte dargestellt sind; die gestrichelte Senkrechte markiert die Schwerpunktkonzentration (SWP-K)	58
Abbildung 4-24: Mittlere relative Abundanz von 42 ausgewerteten Crustacea-Taxa organisch dominierter Gewässertypen gegen die Gesamteisenkonzentration; die über eine braune Linie verbundenen Punkte markieren die relativen Abundanzen der mittleren Konzentrationen von insgesamt 6 Konzentrationsklassen, deren Klassengrenzen als graue Senkrechte dargestellt sind; die gestrichelte Senkrechte markiert die Schwerpunktkonzentration (SWP-K)	58
Abbildung 4-25: Prozentuale Anteile der Gesamteisen-Typen der Crustacea-Taxa in anorganisch dominierten Gewässertypen.....	59
Abbildung 4-26: Prozentuale Anteile der Gesamteisen-Typen der Crustacea-Taxa in organisch dominierten Gewässertypen.....	59
Abbildung 4-27: Mittlere relative Abundanz von 54 ausgewerteten Gastropoda-Taxa anorganisch dominierter Gewässertypen gegen die Gesamteisenkonzentration; die über eine blaue Linie verbundenen Punkte markieren die relativen Abundanzen der mittleren Konzentrationen von insgesamt 7 Konzentrationsklassen, deren Klassengrenzen als graue Senkrechte dargestellt sind; die gestrichelte Senkrechte markiert die Schwerpunktkonzentration (SWP-K)	60
Abbildung 4-28: Mittlere relative Abundanz von 52 ausgewerteten Gastropoda-Taxa organisch dominierter Gewässertypen gegen die Gesamteisenkonzentration; die über eine braune Linie verbundenen Punkte markieren die relativen Abundanzen der mittleren Konzentrationen von insgesamt 6 Konzentrationsklassen, deren Klassengrenzen als graue Senkrechte dargestellt sind; die gestrichelte Senkrechte markiert die Schwerpunktkonzentration (SWP-K).....	60
Abbildung 4-29: Prozentuale Anteile der Gesamteisen-Typen der Gastropoda-Taxa in anorganisch dominierten Gewässertypen.....	61
Abbildung 4-30: Prozentuale Anteile der Gesamteisen-Typen der Gastropoda-Taxa in organisch dominierten Gewässertypen.....	61
Abbildung 4-31: Mittlere relative Abundanz von 33 ausgewerteten Hirudinea-Taxa anorganisch dominierter Gewässertypen gegen die Gesamteisenkonzentration; die über eine blaue Linie verbundenen Punkte markieren die relativen Abundanzen der mittleren Konzentrationen von insgesamt 7 Konzentrationsklassen, deren Klassengrenzen als graue Senkrechte dargestellt sind; die gestrichelte Senkrechte markiert die Schwerpunktkonzentration (SWP-K)	62

Abbildung 4-32: Mittlere relative Abundanz von 29 ausgewerteten Hirudinea-Taxa organisch dominierter Gewässertypen gegen die Gesamteisenkonzentration; die über eine braune Linie verbundenen Punkte markieren die relativen Abundanzen der mittleren Konzentrationen von insgesamt 6 Konzentrationsklassen, deren Klassengrenzen als graue Senkrechte dargestellt sind; die gestrichelte Senkrechte markiert die Schwerpunktkonzentration (SWP-K)	62
Abbildung 4-33: Prozentuale Anteile der Gesamteisen-Typen der Hirudinea-Taxa in anorganisch dominierten Gewässertypen.....	63
Abbildung 4-34: Prozentuale Anteile der Gesamteisen-Typen der Hirudinea-Taxa in organisch dominierten Gewässertypen.....	63
Abbildung 4-35: Mittlere relative Abundanz von 161 ausgewerteten Coleoptera-Taxa anorganisch dominierter Gewässertypen gegen die Gesamteisenkonzentration; die über eine blaue Linie verbundenen Punkte markieren die relativen Abundanzen der mittleren Konzentrationen von insgesamt 7 Konzentrationsklassen, deren Klassengrenzen als graue Senkrechte dargestellt sind; die gestrichelte Senkrechte markiert die Schwerpunktkonzentration (SWP-K)	64
Abbildung 4-36: Mittlere relative Abundanz von 120 ausgewerteten Coleoptera-Taxa organisch dominierter Gewässertypen gegen die Gesamteisenkonzentration; die über eine braune Linie verbundenen Punkte markieren die relativen Abundanzen der mittleren Konzentrationen von insgesamt 6 Konzentrationsklassen, deren Klassengrenzen als graue Senkrechte dargestellt sind; die gestrichelte Senkrechte markiert die Schwerpunktkonzentration (SWP-K).....	64
Abbildung 4-37: Prozentuale Anteile der Gesamteisen-Typen der Coleoptera-Taxa in anorganisch dominierten Gewässertypen.....	65
Abbildung 4-38: Prozentuale Anteile der Gesamteisen-Typen der Coleoptera-Taxa in organisch dominierten Gewässertypen.....	65
Abbildung 4-39: Mittlere relative Abundanz von 51 ausgewerteten Plecoptera-Taxa anorganisch dominierter Gewässertypen gegen die Gesamteisenkonzentration; die über eine blaue Linie verbundenen Punkte markieren die relativen Abundanzen der mittleren Konzentrationen von insgesamt 7 Konzentrationsklassen, deren Klassengrenzen als graue Senkrechte dargestellt sind; die gestrichelte Senkrechte markiert die Schwerpunktkonzentration (SWP-K)	66
Abbildung 4-40: Mittlere relative Abundanz von 29 ausgewerteten Plecoptera-Taxa organisch dominierter Gewässertypen gegen die Gesamteisenkonzentration; die über eine braune Linie verbundenen Punkte markieren die relativen Abundanzen der mittleren Konzentrationen von insgesamt 6 Konzentrationsklassen, deren Klassengrenzen als graue Senkrechte dargestellt sind; die gestrichelte Senkrechte markiert die Schwerpunktkonzentration (SWP-K)	66
Abbildung 4-41: Prozentuale Anteile der Gesamteisen-Typen der Plecoptera-Taxa in anorganisch dominierten Gewässertypen.....	67
Abbildung 4-42: Prozentuale Anteile der Gesamteisen-Typen der Plecoptera-Taxa in organisch dominierten Gewässertypen.....	67
Abbildung 4-43: Mittlere relative Abundanz von 90 ausgewerteten Ephemeroptera-Taxa anorganisch dominierter Gewässertypen gegen die Gesamteisenkonzentration; die über eine blaue Linie verbundenen Punkte markieren die relativen Abundanzen der mittleren Konzentrationen von insgesamt 7 Konzentrationsklassen, deren Klassengrenzen als graue Senkrechte dargestellt sind; die gestrichelte Senkrechte markiert die Schwerpunktkonzentration (SWP-K)	68
Abbildung 4-44: Mittlere relative Abundanz von 75 ausgewerteten Ephemeroptera-Taxa organisch dominierter Gewässertypen gegen die Gesamteisenkonzentration; die über eine braune Linie verbundenen Punkte markieren die relativen Abundanzen der mittleren Konzentrationen von insgesamt 6 Konzentrationsklassen, deren Klassengrenzen als graue Senkrechte dargestellt sind; die gestrichelte Senkrechte markiert die Schwerpunktkonzentration (SWP-K).....	69
Abbildung 4-45: Prozentuale Anteile der Gesamteisen-Typen der Ephemeroptera-Taxa in anorganisch dominierten Gewässertypen.....	69

Abbildung 4-46: Prozentuale Anteile der Gesamteisen-Typen der Ephemeroptera-Taxa in organisch dominierten Gewässertypen.....	69
Abbildung 4-47: Mittlere relative Abundanz von 221 ausgewerteten Trichoptera-Taxa anorganisch dominierter Gewässertypen gegen die Gesamteisenkonzentration; die über eine blaue Linie verbundenen Punkte markieren die relativen Abundanzen der mittleren Konzentrationen von insgesamt 7 Konzentrationsklassen, deren Klassengrenzen als graue Senkrechte dargestellt sind; die gestrichelte Senkrechte markiert die Schwerpunktkonzentration (SWP-K)	70
Abbildung 4-48: Mittlere relative Abundanz von 183 ausgewerteten Trichoptera-Taxa organisch dominierter Gewässertypen gegen die Gesamteisenkonzentration; die über eine braune Linie verbundenen Punkte markieren die relativen Abundanzen der mittleren Konzentrationen von insgesamt 6 Konzentrationsklassen, deren Klassengrenzen als graue Senkrechte dargestellt sind; die gestrichelte Senkrechte markiert die Schwerpunktkonzentration (SWP-K).....	70
Abbildung 4-49: Prozentuale Anteile der Gesamteisen-Typen der Trichoptera-Taxa in anorganisch dominierten Gewässertypen.....	71
Abbildung 4-50: Prozentuale Anteile der Gesamteisen-Typen der Trichoptera-Taxa in organisch dominierten Gewässertypen.....	71
Abbildung 4-51: Mittlere relative Abundanz von 41 ausgewerteten Odonata-Taxa anorganisch dominierter Gewässertypen gegen die Gesamteisenkonzentration; die über eine blaue Linie verbundenen Punkte markieren die relativen Abundanzen der mittleren Konzentrationen von insgesamt 7 Konzentrationsklassen, deren Klassengrenzen als graue Senkrechte dargestellt sind; die gestrichelte Senkrechte markiert die Schwerpunktkonzentration (SWP-K)	72
Abbildung 4-52: Mittlere relative Abundanz von 33 ausgewerteten Odonata-Taxa organisch dominierter Gewässertypen gegen die Gesamteisenkonzentration; die über eine braune Linie verbundenen Punkte markieren die relativen Abundanzen der mittleren Konzentrationen von insgesamt 6 Konzentrationsklassen, deren Klassengrenzen als graue Senkrechte dargestellt sind; die gestrichelte Senkrechte markiert die Schwerpunktkonzentration (SWP-K)	72
Abbildung 4-53: Prozentuale Anteile der Gesamteisen-Typen der Odonata-Taxa in anorganisch dominierten Gewässertypen.....	73
Abbildung 4-54: Prozentuale Anteile der Gesamteisen-Typen der Odonata-Taxa in organisch dominierten Gewässertypen	73
Abbildung 4-55: Mittlere relative Abundanz von 32 ausgewerteten Bivalvia-Taxa anorganisch dominierter Gewässertypen gegen die Gesamteisenkonzentration; die über eine blaue Linie verbundenen Punkte markieren die relativen Abundanzen der mittleren Konzentrationen von insgesamt 7 Konzentrationsklassen, deren Klassengrenzen als graue Senkrechte dargestellt sind; die gestrichelte Senkrechte markiert die Schwerpunktkonzentration (SWP-K)	74
Abbildung 4-56: Mittlere relative Abundanz von 30 ausgewerteten Bivalvia-Taxa organisch dominierter Gewässertypen gegen die Gesamteisenkonzentration; die über eine braune Linie verbundenen Punkte markieren die relativen Abundanzen der mittleren Konzentrationen von insgesamt 6 Konzentrationsklassen, deren Klassengrenzen als graue Senkrechte dargestellt sind; die gestrichelte Senkrechte markiert die Schwerpunktkonzentration (SWP-K)	74
Abbildung 4-57: Prozentuale Anteile der Gesamteisen-Typen der Bivalvia-Taxa in anorganisch dominierten Gewässertypen.....	75
Abbildung 4-58: Prozentuale Anteile der Gesamteisen-Typen der Bivalvia-Taxa in organisch dominierten Gewässertypen	75
Abbildung 4-59: Mittlere relative Abundanz von 6 ausgewerteten Taxa der Dreisseniidae und Corbiculidae anorganisch dominierter Gewässertypen gegen die Gesamteisenkonzentration; die über eine blaue Linie verbundenen Punkte markieren die relativen Abundanzen der mittleren Konzentrationen von insgesamt 7 Konzentrationsklassen, deren Klassengrenzen als graue Senkrechte dargestellt sind; die gestrichelte Senkrechte markiert die Schwerpunktkonzentration (SWP-K).....	76

- Abbildung 4-60: Mittlere relative Abundanz von 6 ausgewerteten Taxa der Dreisseniidae und Corbiculidae organisch dominierter Gewässertypen gegen die Gesamteisenkonzentration; die über eine braune Linie verbundenen Punkte markieren die relativen Abundanzen der mittleren Konzentrationen von insgesamt 6 Konzentrationsklassen, deren Klassengrenzen als graue Senkrechte dargestellt sind; die gestrichelte Senkrechte markiert die Schwerpunktkonzentration (SWP-K)..... 76
- Abbildung 4-61: Prozentuale Anteile der Gesamteisen-Typen der Taxa der Dreisseniidae und Corbiculidae in anorganisch dominierten Gewässertypen..... 77
- Abbildung 4-62: Prozentuale Anteile der Gesamteisen-Typen der Taxa der Dreisseniidae und Corbiculidae in organisch dominierten Gewässertypen..... 77
- Abbildung 4-63: Mittlere relative Abundanz von 5 ausgewerteten Unionidae-Taxa anorganisch dominierter Gewässertypen gegen die Gesamteisenkonzentration; die über eine blaue Linie verbundenen Punkte markieren die relativen Abundanzen der mittleren Konzentrationen von insgesamt 7 Konzentrationsklassen, deren Klassengrenzen als graue Senkrechte dargestellt sind; die gestrichelte Senkrechte markiert die Schwerpunktkonzentration (SWP-K) 78
- Abbildung 4-64: Mittlere relative Abundanz von 4 ausgewerteten Unionidae-Taxa organisch dominierter Gewässertypen gegen die Gesamteisenkonzentration; die über eine braune Linie verbundenen Punkte markieren die relativen Abundanzen der mittleren Konzentrationen von insgesamt 6 Konzentrationsklassen, deren Klassengrenzen als graue Senkrechte dargestellt sind; die gestrichelte Senkrechte markiert die Schwerpunktkonzentration (SWP-K) 78
- Abbildung 4-65: Prozentuale Anteile der Gesamteisen-Typen der Unionidae-Taxa in anorganisch dominierten Gewässertypen..... 79
- Abbildung 4-66: Prozentuale Anteile der Gesamteisen-Typen der Unionidae-Taxa in organisch dominierten Gewässertypen..... 79
- Abbildung 4-67: Mittlere relative Abundanz von 21 ausgewerteten Sphaeriidae-Taxa anorganisch dominierter Gewässertypen gegen die Gesamteisenkonzentration; die über eine blaue Linie verbundenen Punkte markieren die relativen Abundanzen der mittleren Konzentrationen von insgesamt 7 Konzentrationsklassen, deren Klassengrenzen als graue Senkrechte dargestellt sind; die gestrichelte Senkrechte markiert die Schwerpunktkonzentration (SWP-K) 80
- Abbildung 4-68: Mittlere relative Abundanz von 20 ausgewerteten Sphaeriidae-Taxa organisch dominierter Gewässertypen gegen die Gesamteisenkonzentration; die über eine braune Linie verbundenen Punkte markieren die relativen Abundanzen der mittleren Konzentrationen von insgesamt 6 Konzentrationsklassen, deren Klassengrenzen als graue Senkrechte dargestellt sind; die gestrichelte Senkrechte markiert die Schwerpunktkonzentration (SWP-K)..... 80
- Abbildung 4-69: Prozentuale Anteile der Gesamteisen-Typen der Sphaeriidae-Taxa in anorganisch dominierten Gewässertypen..... 81
- Abbildung 4-70: Prozentuale Anteile der Gesamteisen-Typen der Sphaeriidae-Taxa in organisch dominierten Gewässertypen..... 81
- Abbildung 4-71: Mittlere relative Abundanz von 203 ausgewerteten Diptera-Taxa anorganisch dominierter Gewässertypen gegen die Gesamteisenkonzentration; die über eine blaue Linie verbundenen Punkte markieren die relativen Abundanzen der mittleren Konzentrationen von insgesamt 7 Konzentrationsklassen, deren Klassengrenzen als graue Senkrechte dargestellt sind; die gestrichelte Senkrechte markiert die Schwerpunktkonzentration (SWP-K) 82
- Abbildung 4-72: Mittlere relative Abundanz von 170 ausgewerteten Diptera-Taxa organisch dominierter Gewässertypen gegen die Gesamteisenkonzentration; die über eine braune Linie verbundenen Punkte markieren die relativen Abundanzen der mittleren Konzentrationen von insgesamt 6 Konzentrationsklassen, deren Klassengrenzen als graue Senkrechte dargestellt sind; die gestrichelte Senkrechte markiert die Schwerpunktkonzentration (SWP-K) 82
- Abbildung 4-73: Prozentuale Anteile der Gesamteisen-Typen der Diptera-Taxa in anorganisch dominierten Gewässertypen..... 83

Abbildung 4-74: Prozentuale Anteile der Gesamteisen-Typen der Diptera-Taxa in organisch dominierten Gewässertypen	83
Abbildung 4-75: Mittlere relative Abundanz von 34 ausgewerteten Simuliidae-Taxa anorganisch dominierter Gewässertypen gegen die Gesamteisenkonzentration; die über eine blaue Linie verbundenen Punkte markieren die relativen Abundanzen der mittleren Konzentrationen von insgesamt 7 Konzentrationsklassen, deren Klassengrenzen als graue Senkrechte dargestellt sind; die gestrichelte Senkrechte markiert die Schwerpunktkonzentration (SWP-K)	84
Abbildung 4-76: Mittlere relative Abundanz von 30 ausgewerteten Simuliidae-Taxa organisch dominierter Gewässertypen gegen die Gesamteisenkonzentration; die über eine braune Linie verbundenen Punkte markieren die relativen Abundanzen der mittleren Konzentrationen von insgesamt 6 Konzentrationsklassen, deren Klassengrenzen als graue Senkrechte dargestellt sind; die gestrichelte Senkrechte markiert die Schwerpunktkonzentration (SWP-K)	84
Abbildung 4-77: Prozentuale Anteile der Gesamteisen-Typen der Simuliidae-Taxa in anorganisch dominierten Gewässertypen.....	85
Abbildung 4-78: Prozentuale Anteile der Gesamteisen-Typen der Simuliidae-Taxa in organisch dominierten Gewässertypen.....	85
Abbildung 4-79: Mittlere relative Abundanz von 98 ausgewerteten Chironomidae-Taxa anorganisch dominierter Gewässertypen gegen die Gesamteisenkonzentration; die über eine blaue Linie verbundenen Punkte markieren die relativen Abundanzen der mittleren Konzentrationen von insgesamt 7 Konzentrationsklassen, deren Klassengrenzen als graue Senkrechte dargestellt sind; die gestrichelte Senkrechte markiert die Schwerpunktkonzentration (SWP-K)	86
Abbildung 4-80: Mittlere relative Abundanz von 85 ausgewerteten Chironomidae-Taxa organisch dominierter Gewässertypen gegen die Gesamteisenkonzentration; die über eine braune Linie verbundenen Punkte markieren die relativen Abundanzen der mittleren Konzentrationen von insgesamt 6 Konzentrationsklassen, deren Klassengrenzen als graue Senkrechte dargestellt sind; die gestrichelte Senkrechte markiert die Schwerpunktkonzentration (SWP-K).....	86
Abbildung 4-81: Prozentuale Anteile der Gesamteisen-Typen der Chironomidae-Taxa in anorganisch dominierten Gewässertypen.....	87
Abbildung 4-82: Prozentuale Anteile der Gesamteisen-Typen der Chironomidae-Taxa in organisch dominierten Gewässertypen.....	87
Abbildung 4-83: Mittlere relative Abundanz von 9 ausgewerteten Taxa der Diamesinae und Prodiamesinae anorganisch dominierter Gewässertypen gegen die Gesamteisenkonzentration; die über eine blaue Linie verbundenen Punkte markieren die relativen Abundanzen der mittleren Konzentrationen von insgesamt 7 Konzentrationsklassen, deren Klassengrenzen als graue Senkrechte dargestellt sind; die gestrichelte Senkrechte markiert die Schwerpunktkonzentration (SWP-K).....	88
Abbildung 4-84: Mittlere relative Abundanz von 5 ausgewerteten Taxa der Diamesinae und Prodiamesinae organisch dominierter Gewässertypen gegen die Gesamteisenkonzentration; die über eine braune Linie verbundenen Punkte markieren die relativen Abundanzen der mittleren Konzentrationen von insgesamt 6 Konzentrationsklassen, deren Klassengrenzen als graue Senkrechte dargestellt sind; die gestrichelte Senkrechte markiert die Schwerpunktkonzentration (SWP-K).....	88
Abbildung 4-85: Prozentuale Anteile der Gesamteisen-Typen der Taxa der Diamesinae und Prodiamesinae in anorganisch dominierten Gewässertypen.....	89
Abbildung 4-86: Prozentuale Anteile der Gesamteisen-Typen der Taxa der Diamesinae und Prodiamesinae in organisch dominierten Gewässertypen.....	89
Abbildung 4-87: Mittlere relative Abundanz von 15 ausgewerteten Tanyptodinae-Taxa anorganisch dominierter Gewässertypen gegen die Gesamteisenkonzentration; die über eine blaue Linie verbundenen Punkte markieren die relativen Abundanzen der mittleren Konzentrationen von insgesamt 7 Konzentrationsklassen, deren Klassengrenzen als graue Senkrechte dargestellt sind; die gestrichelte Senkrechte markiert die Schwerpunktkonzentration (SWP-K)	90

- Abbildung 4-88: Mittlere relative Abundanz von 17 ausgewerteten Tanypodinae-Taxa organisch dominierter Gewässertypen gegen die Gesamteisenkonzentration; die über eine braune Linie verbundenen Punkte markieren die relativen Abundanzen der mittleren Konzentrationen von insgesamt 6 Konzentrationsklassen, deren Klassengrenzen als graue Senkrechte dargestellt sind; die gestrichelte Senkrechte markiert die Schwerpunktkonzentration (SWP-K)..... 90
- Abbildung 4-89: Prozentuale Anteile der Gesamteisen-Typen der Tanypodinae-Taxa in anorganisch dominierten Gewässertypen..... 91
- Abbildung 4-90: Prozentuale Anteile der Gesamteisen-Typen der Tanypodinae-Taxa in organisch dominierten Gewässertypen..... 91
- Abbildung 4-91: Relative Abundanz von *Diamesa insignipes* in anorganisch dominierten Gewässertypen gegen die Gesamteisenkonzentration; die über eine blaue Linie verbundenen Punkte markieren die relativen Abundanzen der mittleren Konzentrationen von insgesamt 7 Konzentrationsklassen, deren Klassengrenzen als graue Senkrechte dargestellt sind; die gestrichelte Senkrechte markiert die Schwerpunktkonzentration (SWP-K); Gesamteisen-Typ „1aB“ 93
- Abbildung 4-92: Relative Abundanz von *Leuctra prima* in anorganisch dominierten Gewässertypen gegen die Gesamteisenkonzentration; die über eine blaue Linie verbundenen Punkte markieren die relativen Abundanzen der mittleren Konzentrationen von insgesamt 7 Konzentrationsklassen, deren Klassengrenzen als graue Senkrechte dargestellt sind; die gestrichelte Senkrechte markiert die Schwerpunktkonzentration (SWP-K); Gesamteisen-Typ „1aA“ 93
- Abbildung 4-93: Relative Abundanz von *Conchapelopia melanops* in anorganisch dominierten Gewässertypen gegen die Gesamteisenkonzentration; die über eine blaue Linie verbundenen Punkte markieren die relativen Abundanzen der mittleren Konzentrationen von insgesamt 7 Konzentrationsklassen, deren Klassengrenzen als graue Senkrechte dargestellt sind; die gestrichelte Senkrechte markiert die Schwerpunktkonzentration (SWP-K); Gesamteisen-Typ „5aA“ 94
- Abbildung 4-94: Relative Abundanz von *Conchapelopia melanops* in organisch dominierten Gewässertypen gegen die Gesamteisenkonzentration; die über eine braune Linie verbundenen Punkte markieren die relativen Abundanzen der mittleren Konzentrationen von insgesamt 6 Konzentrationsklassen, deren Klassengrenzen als graue Senkrechte dargestellt sind; die gestrichelte Senkrechte markiert die Schwerpunktkonzentration (SWP-K); Gesamteisen-Typ „5oB“ 95
- Abbildung 4-95: Relative Abundanz von *Pisidium personatum* in anorganisch dominierten Gewässertypen gegen die Gesamteisenkonzentration; die über eine blaue Linie verbundenen Punkte markieren die relativen Abundanzen der mittleren Konzentrationen von insgesamt 7 Konzentrationsklassen, deren Klassengrenzen als graue Senkrechte dargestellt sind; die gestrichelte Senkrechte markiert die Schwerpunktkonzentration (SWP-K); Gesamteisen-Typ „5aA“ 95
- Abbildung 4-96: Relative Abundanz von *Pisidium personatum* in organisch dominierten Gewässertypen gegen die Gesamteisenkonzentration; die über eine braune Linie verbundenen Punkte markieren die relativen Abundanzen der mittleren Konzentrationen von insgesamt 6 Konzentrationsklassen, deren Klassengrenzen als graue Senkrechte dargestellt sind; die gestrichelte Senkrechte markiert die Schwerpunktkonzentration (SWP-K); Gesamteisen-Typ „5oB“ 96
- Abbildung 4-97: Relative Abundanz von *Pontogammarus robustoides* in organisch dominierten Gewässertypen gegen die Gesamteisenkonzentration; die über eine braune Linie verbundenen Punkte markieren die relativen Abundanzen der mittleren Konzentrationen von insgesamt 6 Konzentrationsklassen, deren Klassengrenzen als graue Senkrechte dargestellt sind; die gestrichelte Senkrechte markiert die Schwerpunktkonzentration (SWP-K); Gesamteisen-Typ „1oA“ 97
- Abbildung 4-98: Relative Abundanz von *Pontogammarus robustoides* in anorganisch dominierten Gewässertypen gegen die Gesamteisenkonzentration; die über eine blaue Linie verbundenen Punkte markieren die relativen Abundanzen der mittleren Konzentrationen von insgesamt 7 Konzentrationsklassen, deren Klassengrenzen als graue Senkrechte dargestellt sind; die gestrichelte Senkrechte markiert die Schwerpunktkonzentration (SWP-K); Gesamteisen-Typ „3aB“ 97

- Abbildung 4-99: Relative Abundanz von *Cladotanytarsus mancus*-Gr. in organisch dominierten Gewässertypen gegen die Gesamteisenkonzentration; die über eine braune Linie verbundenen Punkte markieren die relativen Abundanzen der mittleren Konzentrationen von insgesamt 6 Konzentrationsklassen, deren Klassengrenzen als graue Senkrechte dargestellt sind; die gestrichelte Senkrechte markiert die Schwerpunktkonzentration (SWP-K); Gesamteisen-Typ „1oB“ 98
- Abbildung 4-100: Relative Abundanz von *Cladotanytarsus mancus*-Gr. in anorganisch dominierten Gewässertypen gegen die Gesamteisenkonzentration; die über eine blaue Linie verbundenen Punkte markieren die relativen Abundanzen der mittleren Konzentrationen von insgesamt 7 Konzentrationsklassen, deren Klassengrenzen als graue Senkrechte dargestellt sind; die gestrichelte Senkrechte markiert die Schwerpunktkonzentration (SWP-K); Gesamteisen-Typ „5aB“ 98
- Abbildung 4-101: Relative Abundanz von *Macropelopia adauca* in organisch dominierten Gewässertypen gegen die Gesamteisenkonzentration; die über eine braune Linie verbundenen Punkte markieren die relativen Abundanzen der mittleren Konzentrationen von insgesamt 6 Konzentrationsklassen, deren Klassengrenzen als graue Senkrechte dargestellt sind; die gestrichelte Senkrechte markiert die Schwerpunktkonzentration (SWP-K); Gesamteisen-Typ „5oA“ 100
- Abbildung 4-102: Relative Abundanz von *Psectrotanypus varius* in organisch dominierten Gewässertypen gegen die Gesamteisenkonzentration; die über eine braune Linie verbundenen Punkte markieren die relativen Abundanzen der mittleren Konzentrationen von insgesamt 6 Konzentrationsklassen, deren Klassengrenzen als graue Senkrechte dargestellt sind; die gestrichelte Senkrechte markiert die Schwerpunktkonzentration (SWP-K); Gesamteisen-Typ „5oA“ 100
- Abbildung 4-103: Relative Abundanz von *Psectrotanypus varius* in anorganisch dominierten Gewässertypen gegen die Gesamteisenkonzentration; die über eine blaue Linie verbundenen Punkte markieren die relativen Abundanzen der mittleren Konzentrationen von insgesamt 7 Konzentrationsklassen, deren Klassengrenzen als graue Senkrechte dargestellt sind; die gestrichelte Senkrechte markiert die Schwerpunktkonzentration (SWP-K); Gesamteisen-Typ „5aB“ 101
- Abbildung 4-104: Relative Abundanz von *Rhantus suturalis* in organisch dominierten Gewässertypen gegen die Gesamteisenkonzentration; die über eine braune Linie verbundenen Punkte markieren die relativen Abundanzen der mittleren Konzentrationen von insgesamt 6 Konzentrationsklassen, deren Klassengrenzen als graue Senkrechte dargestellt sind; die gestrichelte Senkrechte markiert die Schwerpunktkonzentration (SWP-K); Gesamteisen-Typ „5oA“ 102
- Abbildung 4-105: Relative Abundanz von *Rhantus suturalis* in anorganisch dominierten Gewässertypen gegen die Gesamteisenkonzentration; die über eine blaue Linie verbundenen Punkte markieren die relativen Abundanzen der mittleren Konzentrationen von insgesamt 7 Konzentrationsklassen, deren Klassengrenzen als graue Senkrechte dargestellt sind; die gestrichelte Senkrechte markiert die Schwerpunktkonzentration (SWP-K); Gesamteisen-Typ „3aB“ 102
- Abbildung 4-106: Relative Abundanz von *Unio tumidus tumidus* in organisch dominierten Gewässertypen gegen die Gesamteisenkonzentration; die über eine braune Linie verbundenen Punkte markieren die relativen Abundanzen der mittleren Konzentrationen von insgesamt 6 Konzentrationsklassen, deren Klassengrenzen als graue Senkrechte dargestellt sind; die gestrichelte Senkrechte markiert die Schwerpunktkonzentration (SWP-K); Gesamteisen-Typ „2oB“ 103
- Abbildung 4-107: Relative Abundanz von *Unio tumidus tumidus* in anorganisch dominierten Gewässertypen gegen die Gesamteisenkonzentration; die über eine blaue Linie verbundenen Punkte markieren die relativen Abundanzen der mittleren Konzentrationen von insgesamt 7 Konzentrationsklassen, deren Klassengrenzen als graue Senkrechte dargestellt sind; die gestrichelte Senkrechte markiert die Schwerpunktkonzentration (SWP-K); Gesamteisen-Typ „3aB“ 104
- Abbildung 4-108: Relative Abundanz von *Unio pictorum pictorum* in organisch dominierten Gewässertypen gegen die Gesamteisenkonzentration; die über eine braune Linie verbundenen Punkte markieren die relativen Abundanzen der mittleren Konzentrationen von insgesamt 6 Konzentrationsklassen, deren Klassengrenzen als graue Senkrechte dargestellt sind; die gestrichelte Senkrechte markiert die Schwerpunktkonzentration

(SWP-K); Gesamteisen-Typ „3oB“	104
Abbildung 4-109: Relative Abundanz von <i>Unio pictorum pictorum</i> in anorganisch dominierten Gewässertypen gegen die Gesamteisenkonzentration; die über eine blaue Linie verbundenen Punkte markieren die relativen Abundanzen der mittleren Konzentrationen von insgesamt 7 Konzentrationsklassen, deren Klassengrenzen als graue Senkrechte dargestellt sind; die gestrichelte Senkrechte markiert die Schwerpunktkonzentration (SWP-K); Gesamteisen-Typ „2aB“	105
Abbildung 4-110: Relative Abundanz von <i>Anodonta anatina</i> in organisch dominierten Gewässertypen gegen die Gesamteisenkonzentration; die über eine braune Linie verbundenen Punkte markieren die relativen Abundanzen der mittleren Konzentrationen von insgesamt 6 Konzentrationsklassen, deren Klassengrenzen als graue Senkrechte dargestellt sind; die gestrichelte Senkrechte markiert die Schwerpunktkonzentration (SWP-K); Gesamteisen-Typ „4oC“	105
Abbildung 4-111: Relative Abundanz von <i>Anodonta anatina</i> in anorganisch dominierten Gewässertypen gegen die Gesamteisenkonzentration; die über eine blaue Linie verbundenen Punkte markieren die relativen Abundanzen der mittleren Konzentrationen von insgesamt 7 Konzentrationsklassen, deren Klassengrenzen als graue Senkrechte dargestellt sind; die gestrichelte Senkrechte markiert die Schwerpunktkonzentration (SWP-K); Gesamteisen-Typ „3aB“	106
Abbildung 4-112: Mittlere Gesamteisen-Schwerpunktkonzentrationen (SWP-K) der nach ihren Längszonalen Präferenzen gruppierten Taxa des Makrozoobenthos in anorganischen (ANORG) und in organisch dominierten (ORG) Gewässertypen.....	108
Abbildung 4-113: Mittlere Gesamteisen-Schwerpunktkonzentrationen (SWP-K) der nach ihren Strömungspräferenzen gruppierten Taxa des Makrozoobenthos in anorganischen (ANORG) und in organisch dominierten (ORG) Gewässertypen	109
Abbildung 4-114: Mittlere Gesamteisen-Schwerpunktkonzentrationen (SWP-K) der nach ihren Habitatpräferenzen gruppierten Taxa des Makrozoobenthos in anorganischen (ANORG) und organischen (ORG) Gewässertypen	110
Abbildung 4-115: Mittlere Gesamteisen-Schwerpunktkonzentrationen (SWP-K) der nach ihren Ernährungstypen gruppierten Taxa des Makrozoobenthos in anorganischen (ANORG) und organischen (ORG) Gewässertypen	111
Abbildung 4-116: Mittlere Gesamteisen-Schwerpunktkonzentrationen (SWP-K) der Gütezeiger (grün) und der Störungszeiger (rot) des Deutschen Faunaindex (DFI) für die verschiedenen Gewässertypen, sortiert nach den SWP-K der Gütezeiger	112
Abbildung 4-117: Mittlere Gesamteisen-Schwerpunktkonzentrationen (SWP-K) der nach ihren Saprobie-Indexwerten (SI) gruppierten Taxa des Makrozoobenthos in anorganisch (ANORG) und organisch (ORG) dominierten Gewässertypen	113
Abbildung 5-1: Indikatorische Kennwerte (0 = Gesamteisen präferierend bis 1 = Gesamteisen meidend) des Makrozoobenthos anorganisch dominierter Gewässertypen in Abhängigkeit von den mittleren Gesamteisen-Jahreskonzentrationen der Proben, die den 7 Gesamteisen-Konzentrationsklassen anorganisch dominierter Gewässertypen zugewiesen sind; Probenzahl N = 2861.....	117
Abbildung 5-2: Indikatorische Kennwerte (0 = Gesamteisen präferierend bis 1 = Gesamteisen meidend) des Makrozoobenthos organisch dominierter Gewässertypen in Abhängigkeit von den mittleren Gesamteisen-Jahreskonzentrationen der Proben, die den 6 Gesamteisen-Konzentrationsklassen organisch dominierter Gewässertypen zugewiesen sind; Probenzahl N = 609.....	118
Abbildung 6-1: Klassifizierung der FiBS-Zustandsklasse aufgrund der Fe_{Gesamt} -Konzentration (N=82, Typgruppe 2.1.1)	127
Abbildung 6-2: Klassifizierung der FiBS-Zustandsklasse aufgrund der Fe_{ges} -Konzentration (N=491, Typgruppe 2.2.1)	127
Abbildung 6-3: Klassifizierung der MZB-Gesamtbewertung aufgrund der Fe_{ges} -Konzentration (N=410, Typgruppe 2.1.1)	128
Abbildung 6-4: Klassifizierung der MZB-Gesamtbewertung aufgrund der Fe_{ges} -Konzentration (N=1.306, Typgruppe 2.2.1)	129

Abbildung 6-5: Klassifizierung der MZB-Saprobieklasse aufgrund der Fe_{ges} -Konzentration (N=410, Typgruppe 2.1.1)	129
Abbildung 6-6: Klassifizierung der MZB-Saprobieklasse aufgrund der Fe_{ges} -Konzentration (N=1.306, Typgruppe 2.2.1)	130
Abbildung 6-7: Klassifizierung des MZB-Saprobienindex aufgrund der Fe_{ges} -Konzentration (N=410, Typgruppe 2.1.1)	130
Abbildung 6-8: Klassifizierung des MZB-Saprobienindex aufgrund der Fe_{ges} -Konzentration (N=1.306, Typgruppe 2.2.1)	131
Abbildung 6-9: Klassifizierung der Allgemeinen Degradation aufgrund der Fe_{ges} -Konzentration (N=1.306, Typgruppe 2.2.1)	132
Abbildung 6-10: Klassifizierung des Scores der Allgemeinen Degradation aufgrund der Fe_{ges} -Konzentration (N=1.306, Typgruppe 2.2.1)	132
Abbildung 6-11: Klassifizierung der Diatomeen-Gesamtbewertung aufgrund der Fe_{ges} -Konzentration (N=231, Typgruppe 2.1.1)	133
Abbildung 6-12: Klassifizierung der Diatomeen-Trophieklasse aufgrund der Fe_{ges} -Konzentration (N=125, Typgruppe 19 NT)	133
Abbildung 6-13: Klassifizierung der Diatomeen-Saprobieklasse aufgrund der Fe_{ges} -Konzentration (N=51, Typgruppe 17)	134
Abbildung 6-14: Klassifizierung des Diatomeen-Gesamtindex aufgrund der Fe_{ges} -Konzentration (N=134, Typgruppe 19 NT)	135
Abbildung 6-15: Klassifizierung des Diatomeen-Gesamtindex aufgrund der Fe_{ges} -Konzentration (N=69, Typgruppe 2.1.2)	135
Abbildung 6-16: Klassifizierung des Diatomeen-Saprobienindex aufgrund der Fe_{ges} -Konzentration (N=61, Typgruppe 17)	136
Abbildung 6-17: Binomiale logistische Regression für FiBS-Gesamtbewertung und Fe_{ges} , Typgruppe 2.2.1, N=82	140
Abbildung 6-18: Binomiale logistische Regression für MZB-Gesamtbewertung und Fe_{gel} (logarithmiert), Typgruppe 2.1.1, N=61	141
Abbildung 6-19: Binomiale logistische Regression für MZB-Saprobie und Fe_{ges} (logarithmiert), Typgruppe 12 NTK, N=106	142
Abbildung 6-20: Binomiale logistische Regression für Diatomeen-Gesamtbewertung und Fe_{gel} (logarithmiert), Typgruppe 3.2.1, N=130	144
Abbildung 6-21: Binomiale logistische Regression für Diatomeen-Gesamtbewertung und Fe_{ges} (logarithmiert), Typgruppe 2.2.2, N=66	144
Abbildung 6-22: Binomiale logistische Regression für Diatomeen-Trophieklasse und Fe_{gel} (logarithmiert), Typgruppe 3.2.1, N=130	145
Abbildung 6-23: Binomiale logistische Regression für Diatomeen-Trophieklasse und Fe_{ges} (logarithmiert), Typgruppe 2.2.2, N=66	145
Abbildung 6-24: Binomiale logistische Regression für Diatomeen-Trophieklasse und Fe_{ges} (logarithmiert), Typgruppe 17, N=51	146
Abbildung 6-25: Box-Whisker-Plot der zwei Klassengruppen „sehr gut/gut“ und „mäßigschlecht“ der MZB-Gesamtbewertung, Typgruppe 2.1.1, Gesamteisen-Mittelwerte	147
Abbildung 6-26: Box-Whisker-Plot der fünf Klassen „sehr gut“ bis „schlecht“ der MZB-Gesamtbewertung, Typgruppe 2.1.1, Gesamteisen-Mittelwerte	148
Abbildung 6-27: Regressionsgerade über die oberen Whisker des Box-Whisker-Plots der fünf Klassen „sehr gut“ bis „schlecht“ der MZB-Gesamtbewertung, Typgruppe 2.1.1, Gesamteisen-Mittelwerte	148

Tabellenverzeichnis

Tabelle 2-1: Literaturangaben zu Grenzkonzentrationen von Eisen im Süßwasser in der EU und Nicht-EU-Staaten (aus Kruspe et al. 2014).....	24
Tabelle 2-2: Literaturangaben zu Grenzkonzentrationen von Eisen im Süßwasser in Deutschland (Bundesebene) (aus Kruspe et al. 2014).....	25
Tabelle 2-3: Literaturangaben zu Grenzkonzentrationen von Eisen im Süßwasser von Bundesländern und untergeordneten Verwaltungsebenen (aus Kruspe et al. 2014).....	25
Tabelle 3-1: Für das Vorhaben zusätzlich gelieferte Daten.....	26
<i>Tabelle 3-2: Verteilung der Messstellen auf die Gruppierung der LAWA-Gewässertypen.....</i>	<i>26</i>
Tabelle 3-3: Im Projekt verwendete Gruppierung der LAWA-Fließgewässertypen.....	27
Tabelle 3-4: Jahreswerte der Fe-Parameter je Typgruppe.....	27
Tabelle 3-5: Verteilung der Fallzahlen auf die Typgruppen gemäß Tabelle 3-3 und biologische Qualitätskomponenten.....	29
Tabelle 4-1: Aufteilung der Test- und Trainingsdatensätze.....	33
Tabelle 4-2: Ergebnis der Optimierung für die Trainingsdatensätze.....	36
Tabelle 4-3: Ergebnisse für die Testdatensätze.....	36
Tabelle 4-4: Berechnung der Indexwerte und relativen Abundanzen dargestellt anhand eines fiktiven Taxon1 für 7 Gesamteisen-Konzentrationsklassen in anorganisch dominierten Gewässertypen.....	42
Tabelle 4-5: Gesamteisen-Konzentrationsklassen in anorganisch dominierten Gewässertypen; die roten Klassengrenzen wurden mittels der Exponentialfunktionen für die Unter- und Obergrenzen der Konzentrationsklassen extrapoliert.....	42
Tabelle 4-6: Gesamteisen-Konzentrationsklassen in organisch dominierten Gewässertypen.....	44
Tabelle 4-7: 5 Klassifikation der Gesamteisen-Schwerpunktkonzentrationen der Taxa anorganisch dominierter Gewässertypen.....	45
Tabelle 4-8: 5 Klassifikation der Gesamteisen-Schwerpunktkonzentrationen der Taxa organisch dominierten Gewässertypen.....	45
Tabelle 4-9: 5 Klassifikation des Spezifitäts-Index (S-Index) der Taxa.....	45
Tabelle 4-10: Taxazahlen der Gesamteisen-Typen in anorganisch dominierten Gewässertypen.....	49
Tabelle 4-11: Taxazahlen der Gesamteisen-Typen in organisch dominierten Gewässertypen.....	49
Tabelle 6-1: Anteile signifikanter Korrelationen Fische vs. Fe_{gel} -Mittelwerte.....	124
Tabelle 6-2: Anteile signifikanter Korrelationen Fische vs. Fe_{ges} -Mittelwerte.....	124
Tabelle 6-3: Anteile signifikanter Korrelationen Makrozoobenthos vs. Fe_{gel} -Mittelwerte.....	125
Tabelle 6-4: Anteile signifikanter Korrelationen Makrozoobenthos vs. Fe_{ges} -Mittelwerte.....	125
Tabelle 6-5: Anteile signifikanter Korrelationen Diatomeen vs. Fe_{gel} -Mittelwerte.....	126
Tabelle 6-6: Anteile signifikanter Korrelationen Diatomeen vs. Fe_{ges} -Mittelwerte.....	126
Tabelle 6-7: Parameterfreie Tests der FiBS-Gesamtbewertung.....	137
Tabelle 6-8: Anteile signifikanter Testergebnisse für das Makrozoobenthos.....	137
Tabelle 6-9: Anteile signifikanter Testergebnisse für die Diatomeen.....	139
Tabelle 6-10: Ergebnisse der binomialen logistischen Regressionen für FiBS-Gesamtbewertung und Eisen.....	139
Tabelle 6-11: Ergebnisse der binomialen logistischen Regressionen für MZB-Gesamtbewertung und Eisen.....	141
Tabelle 6-12: Ergebnisse der binomialen logistischen Regressionen für Allgemeine	

Degradation und Eisen.....	142
Tabelle 6-13: Ergebnisse der binomialen logistischen Regressionen für MZB-Saprobie und Eisen	143
Tabelle 6-14: Ergebnisse der binomialen logistischen Regressionen für Diatomeen-Gesamtbewertung und Eisen.....	143
Tabelle 6-15: Ergebnisse der binomialen logistischen Regressionen für Diatomeen-Trophieklasse und Eisen.....	146
Tabelle 6-16: Ergebnisse der binomialen logistischen Regressionen für Diatomeen-Saprobieklasse und Eisen.....	146
Tabelle 6-17: Ergebnistabelle der abgeleiteten Gesamteisen-Schwellenwerte für den Übergang von der ökologischen Zustandsklasse „gut“ zu „mäßig“	151
Tabelle 6-18: Ergebnistabelle der abgeleiteten Gelösteisen-Schwellenwerte für den Übergang von der ökologischen Zustandsklasse „gut“ zu „mäßig“	152
Tabelle 6-19: Harmonisierte Orientierungswertvorschläge des LAWA-Expertenkreises Biologie Fließgewässer	155
Tabelle 7-1: Gesamteisen-Schwellenwerte zwischen den jeweiligen ökologischen Zustandsklassen	160

1 Einleitung und Projektziele

Gemäß Anhang V der EG-Wasserrahmenrichtlinie (WRRL) (Richtlinie 2000/60/EG) haben die im Folgenden aufgeführten allgemeinen chemischen und physikalisch-chemischen Qualitätskomponenten:

- Temperaturverhältnisse,
- Sauerstoffhaushalt,
- Salzgehalt,
- Versauerungszustand und
- Nährstoffverhältnisse.

eine unterstützende Funktion für die in Fließgewässern mittels der biologischen Qualitätskomponenten vorzunehmenden ökologischen Zustandseinstufungen.

In Deutschland wurden diese Qualitätskomponenten gemäß RaKon Teil B Arbeitspapier II (LAWA-AO 2007) bislang mittels folgender **allgemeiner chemischer und physikalisch-chemischer Parameter (ACP)** beschrieben:

- Temperatur, Delta-Temperatur,
- BSB₅,
- pH-Wert,
- Chlorid,
- Gesamtphosphat,
- ortho-Phosphat und
- Ammonium.

Für jeden der aufgeführten ACP werden in dem Arbeitspapier neben „**Hintergrundwerten**“ zur Quantifizierung der anthropogen weitgehend unbeeinflussten geogenen Parameterausprägungen (Schwellenwerte für den Übergang von der ökol. Zustandsklasse „sehr gut“ zu „gut“) sog. „**Orientierungswerte**“ festgelegt, die den jeweiligen Schwellenwert zwischen den ökologischen Zustandsklassen „gut“ und „mäßig“ für jeden einzelnen ACP definieren sollen. Sie sind für den Fall heran zu ziehen, dass für einen Wasserkörper zwar ACP-Messwerte, aber keine oder keine belastbaren biologischen Grundlagen zur Bewertung des ökologischen Zustands vorliegen. Mit Hilfe der Orientierungswerte kann beurteilt werden, ob einer der ACP-Messwerte einen Wert erreicht hat, der bereits eine Verfehlung des guten ökologischen Zustands bedingen kann.

Im Jahr 2007 Zeitpunkt mussten die im RaKon Teil B Arbeitspapier II getroffenen Festlegungen weitgehend auf Grundlage von Experteneinstufungen vorgenommen werden, da die bis dahin erhobenen Monitoringdaten noch wenig umfangreich waren und auch die biologischen Bewertungsverfahren keinen hinreichend abgesicherten Stand hatten, um eine datenbasierte Ableitung der Orientierungswerte zu ermöglichen.

Innerhalb des in den Jahren 2012 bis 2013 durchgeführten LAWA-Projekts O3.12 „Korrelation zwischen biologischen Qualitätskomponenten und allgemein chemisch-physikalischen Parametern“ wurde erstmals eine Ableitung von Orientierungswerten auf der Grundlage langjähriger chemischer und biologischer Monitoringdaten vorgenommen. Darauf basierend konnten die bisherigen Orientierungswerte zum Teil bestätigt und zum Teil neue validere Größenordnungen vorgeschlagen werden. Zusätzlich wurde die Aufnahme neuer ökologisch relevanter Parameter in die Liste der ACP mit den entsprechenden Orientierungswerten vorgeschlagen sowie der Verzicht auf bestimmte bislang gelistete ACP, deren Aussagekraft sich hinsichtlich des öko-

logischen Zustands als zu gering erwiesen hat, empfohlen. Die Ergebnisse dieses Vorhabens flossen ein in eine Neufassung des RaKon Teil B Arbeitspapier II vom 19.02.2014.

Im Einleitungstext dieser neuen Fassung heißt es:

„Für Sulfat und Eisen ist die Ableitung der Orientierungswerte noch nicht abgeschlossen. Daher können auch in diese neue Version des RaKon-Arbeitspapiers II für Fließgewässer noch nicht für alle physikalisch-chemischen Parameter abschließende Werte aufgenommen werden, so dass sich eine weitere Fortschreibung bereits jetzt abzeichnet.“

Während für Sulfat im o.g. LAWA-Projekt bereits erste Untersuchungen durchgeführt wurden, wurde der Parameter Eisen bisher nicht betrachtet.

Das hier dokumentierte Projekt hat daher zum Ziel, für den Parameter Eisen die im LAWA-Projekt O3.12 entwickelten Auswertungsverfahren anzuwenden, um dadurch belastbare, gewässertypgruppenspezifische Orientierungswertvorschläge ableiten zu können. Dazu sollte soweit möglich der Einfluss erhöhter Eisenkonzentrationen in Fließgewässern auf die biologischen Qualitätskomponenten Makrozoobenthos und Diatomeen (ggf. auch für Fische) analysiert und taxaspezifische Eisen-Präferenzspektren für das Makrozoobenthos abgeleitet werden.

2 Eisen in Fließgewässern

In dem in der Schriftenreihe des LfULG, im Heft 35 publizierten Gutachten „Fließgewässerorganismen und Eisen - Qualitative und quantitative Beeinflussungen von Fließgewässerorganismen durch Eisen am Beispiel der Lausitzer Braunkohlenfolgelandschaft“ (Kruspe et al. 2014) wird der aktuelle Forschungsstand zu den qualitativen und quantitativen Beeinflussungen von Fließgewässerorganismen durch Eisen umfangreich dargestellt. Die chemischen Prozesse, denen die verschiedenen Eisenspezies in Grund- und Oberflächengewässern unterliegen, werden darin ebenso eingehend und anschaulich dargestellt und erläutert, wie die internationale Fachliteratur zu den konkreten toxikologischen und biozönotischen Auswirkungen erhöhter Eisenkonzentrationen auf Fließgewässerorganismen.

Daher kann an dieser Stelle auf eine vergleichbare eigene Grundlagendarstellung verzichtet werden. Es werden nachfolgend lediglich die für das Verständnis der vorliegenden Untersuchungen wichtigsten grundsätzlichen Aspekte der Eisen-Chemie und der Wirkungen auf die Fließgewässerorganismen zusammenfassend dargestellt, erläutert und durch eigene Schlussfolgerungen zu gewässerökologischen Konsequenzen ergänzt.

2.1 Eisen-Chemie und Wirkungen von Eisen auf Fließgewässerorganismen

In Oberflächengewässern kann Eisen in Form 2- und 3-wertiger Ionen sowie gelöst oder suspendiert ($\text{Fe}(\text{OH})_3$) vorliegen. Entsprechend wird es als **Gesamteisen**, **Gelösteisen** und **Eisen(II)-gelöst** gemessen. Dabei werden Gelösteisen und Eisen(II)-gelöst durch Feinfiltration vom Gesamteisen getrennt. Aus der Differenz zwischen beiden Größen lässt sich näherungsweise der Gehalt an suspendiertem Eisen(III)hydroxid bestimmen.

Eisen liegt unter anaeroben Grundwasserverhältnissen fast ausschließlich als reduziertes Eisen(II) vor. Beim Eintritt von Grundwasser in ein Oberflächengewässer reichert sich das Wasser mit Sauerstoff an, so dass **Eisen(II) zu Eisen(III) oxidiert** wird. Dies geschieht sowohl auf **abiotische als auch auf biotische Weise** durch **spezifische Eisen oxidierende Bakterien**, die den Energiegewinn der Oxidation zum Aufbau von Biomasse nutzen können. Letztere können in besonders eisenreichen Gewässern ganze Bakterienmatten bilden, die die fotoautotrophe benthische Besiedlung verdrängen und so die auf Algen angewiesenen weidenden Makroinvertebraten verdrängen.

Bislang ist wenig darüber bekannt, welche Rolle Eisen oxidierende Bakterien selbst als **chemolithoautotrophe Primärproduzenten** für die Nahrungskette in Süßgewässern spielen. Denkbar ist sowohl, dass sie von heterotrophen Organismen gefressen werden, als auch, dass sie Symbiosen mit Makroinvertebraten eingehen können, wie es z.B. von Sulfid oxidierenden Bakterien mit Muscheln und Röhrenwürmern (sowie Fadenwürmer und Garnelen) an den Hydrothermalquellen der Tiefsee bekannt ist. Dort treten verschiedene Evolutionsstufen auf, die von lediglich auf den Körperoberflächen aufsitzenden chemosynthetischen Bakterien über Ectosymbiosen, bei denen sich die Bakterien unter der Haut aber nicht innerhalb der Zellen befinden, bis zu Endosymbiosen reichen, bei denen die Bakterien direkt im Gewebe spezialisierter Organe leben und ihre Wirte durch Lysis oder Absonderung organischen Materials ernähren (Kunzig 2004).

Vergleichbare Spezialisierungen könnten sich in Süßgewässern am ehesten in natürlicherweise stark schwefel- oder eisenhaltigen Oberflächengewässern sowie in Höhlengewässern entwickelt haben, in denen aufgrund des fehlenden Lichtes nur eine chemolithoautotrophe Primärproduktion von Biomasse möglich ist. Zu den echten troglobionten (d.h. ausschließlich in Höhlen lebenden) aquatischen Arten gehören z.B. Süßwasserschnecken der Hydrobiidae (Bythinelliidae) sowie die beiden Erbsenmuschelarten *Pisidium cavernicum* und *Pisidium subterraneum* (Trimmel 1968).

Da dreiwertiges Eisen unter neutralen Bedingungen nur schlecht löslich ist, fällt es bevorzugt als **hydratisiertes, gelartiges Eisenhydroxid (Eisenocker)** aus. Der Oxidationsprozess findet in Fließgewässern überwiegend an Oberflächen statt. Rostroter Eisenocker überzieht dann sowohl die Gewässersohle, als auch pflanzliche und tierische Organismen. Je basischer die Verhältnisse an den Oberflächen sind, desto schlagartiger finden die Oxidationsprozesse dort statt. Bei den tierischen Gewässerbewohnern treten solche Verhältnisse vor allem an den **Atemorganen (Kiemen)** auf. Arten, die über keine wirksamen Vermeidungsstrategien oder Reinigungsmechanismen für ihre Kiemen verfügen, aber gleichzeitig hohe Anforderungen an die Sauerstoffversorgung stellen, sind somit in besonderer Weise gefährdet aufgrund erhöhter Eisenkonzentrationen eine Sauerstoffunterversorgung zu erleiden.

Ebenso sind alle photosynthetisierenden pflanzlichen Zelloberflächen (bei Algen und Makrophyten) von einer verstärkten Eisenoxidation betroffen. Die **Überzüge aus Eisenhydroxid** bewirken hier sowohl eine Verringerung des Gasaustauschs als auch der Lichtversorgung, so dass sowohl **Atmungs- als auch Photosyntheseprozesse behindert** werden. Zudem verlieren autotrophe benthische Arten (z.B. Kieselalgen) potenziell besiedelbare Oberflächen als Lebensgrundlagen, wenn diese von Eisenocker überzogen sind.

Die **Eisenoxidation im Freiwasser** der fließenden Welle verläuft nach Kruspe et al. (2014) überwiegend abiotisch. Aufgrund seiner hohen Ladungsdichte bildet Eisen(III) schon unter neutralen Bedingungen Hydroxokomplexe und hydrolysiert schließlich zu schwer löslichem Eisen(III)hydroxid (s. Gleichungen 2 bis 6 in Abbildung 2-1).

Eisen(II)oxidation:



Eisen(III)hydrolyse in Stufen:



Eisen(III)hydrolyse komplett:



Eisen(III)ausfällung als Eisenhydroxid:



Bruttoreaktion Eisen(II)oxidation, Eisen(III)hydrolyse und Eisen(III)ausfällung:

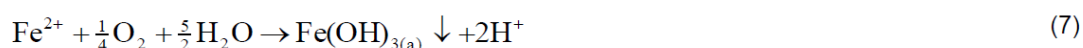


Abbildung 2-1: Gleichungen der Eisen(II)oxidation, Eisen(III)hydrolyse und Eisen(III)ausfällung als Eisenhydroxid (aus Kruspe et al. 2014)

Im Freiwasser tritt Eisenhydroxid als Festphase in Form von **Mikroflocken** mit besonders großen Oberflächen auf. Da diese nach Kruspe et al. (2014) bei schwach sauren bis neutralen Bedingungen nur schwer koagulieren, bleiben sie lange Zeit in

der Schwebelast und bewirken so eine **Trübung des Wassers**. Dieser Trübungseffekt führt seinerseits zu einer Verminderung des Lichtangebots, die am stärksten im Bereich der Gewässersohle ist. Vor allem die benthischen Algen werden somit neben der Licht absorbierenden Wirkung der Eisenoxydüberzüge auf ihren Oberflächen zusätzlich in ihrer **photosynthetischen Leistungsfähigkeit begrenzt**. Dementsprechend werden die Nahrungsgrundlagen von Tieren, die sich als **Weidegänger** von benthischen Algen ernähren, dezimiert.

Bei den tierischen Gewässerbewohnern, die ihre Nahrung als **passive oder aktive Filtrierer** aus dem Freiwasser gewinnen, verschlechtert sich durch die ausfiltrierten Eisenhydroxidflocken sowie die an den Oberflächen der Fangapparate stattfindenden Eisenausfällungen das Fanggut zu Ungunsten des für die Ernährung nutzbaren organischen Partikelanteils. Passive Filtrierer müssen ihre Fangnetze somit unter solchen Bedingungen bei geringerer Energieausbeute in deutlich kürzeren Abständen erneuern. Aktive Filtrierer, die ihre Atmungsorgane auch für die Nahrungsfiltration nutzen, verfügen über einen Mechanismus zur Partikelweiterleitung in Richtung der Mundhöhle, der eine kontinuierliche Reinigung der Atem- und Filtrationsorgane bewirkt. Dieses Reinigungsvermögen könnte sie ggf. befähigen besser mit den Beeinträchtigungen durch Eisenhydroxidflocken und Eisen(III)-Ausfällungen zurecht zu kommen als passive Filtrierer.

Eine aus gewässerökologischer Sicht besonders wichtige Eigenschaft von Eisen ist dessen **Fähigkeit mit Huminstoffen stabile Komplexbindungen** einzugehen, die in dieser Form für die Gewässerorganismen i.d.R. nicht mehr bioverfügbar sind. Nach Kruspe et al. (2014) sind dafür vor allem Carboxyl- und phenolische Hydroxylgruppen verantwortlich, die sowohl Eisen(II) als auch Eisen(III) an die Huminstoffe binden. Da in Fließgewässern das gelöste Eisen weit überwiegend aus Eisen(II) besteht, macht es auch bei den Huminstoffkomplexen den größten Anteil aus. Die Komplexbindungen sind unter den Bedingungen im Gewässer als irreversibel einzustufen. Das Eisen kann daher erst durch photochemische Aufspaltung oder respirative Abbauprozesse der Huminstoffe wieder freigesetzt werden. Gewässer mit hohen organischen Anteilen, die entsprechend erhöhte Huminstoffgehalte aufweisen, zeichnen sich somit im Vergleich zu anorganisch dominierten Gewässern bei gleicher Gesamteisenkonzentration durch deutlich geringere Gehalte an bioverfügbarem Eisen(II) und Eisen(III) aus.

Ein weiterer vor allem für die Trophie von Oberflächengewässern maßgeblicher Aspekt betrifft die chemische Eigenschaft von Eisenhydroxidflocken zur **Oberflächenkomplexierung**, die dazu führt, dass im Wasser vorhandene Kationen und Anionen wie Schwermetalle, aber auch Kalzium, Magnesium, Sulfat, Hydrogencarbonat oder Phosphat gebunden und damit biologisch unwirksam werden (s. Abbildung 2-2).

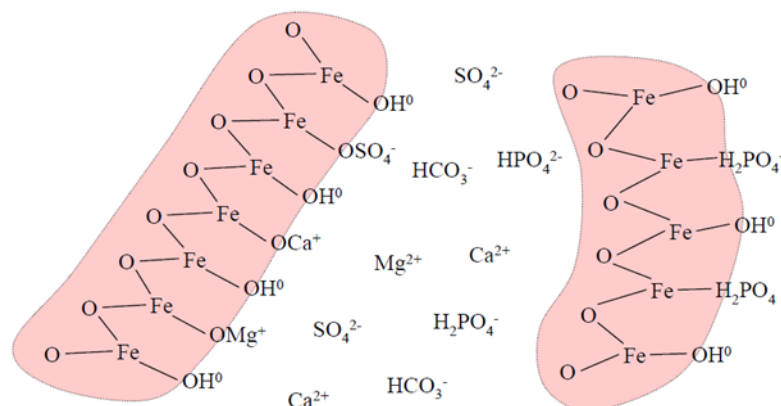


Abbildung 2-2: Chemisches Modell der Oberflächenkomplexierung an Eisenhydroxidschläm-
men (aus Kruspe et al. 2014 nach Uhlmann et al. 2007)

Nach Kruspe et al. (2014) haben hydrochemische Berechnungen mit realen hydrochemischen Daten aus Lausitzer Fließgewässern gezeigt, „dass der **dominante Bindungsprozess des anorganischen Phosphates in den eisenbelasteten Fließgewässern die Oberflächenkomplexierung** ist. Die erhöhten Eisenkonzentrationen führen zu einer weitgehend **vollständigen Abreicherung des Phosphates in den Fließgewässern**.“

Die starke Abreicherungswirkung von Eisen für die ortho-Phosphatkonzentration ist somit neben

- dem Verlust benthischer Besiedlungsflächen für Algen und
- den Licht mindernden Wirkungen von suspendierten Eisenhydroxidflocken sowie
- den Licht mindernden Wirkungen von Eisenhydroxidüberzügen auf den Zelloberflächen photosynthetisierender Algen und Makrophyten

ein weiterer Effekt, der die **fotoautotrophe Primärproduktion (Trophie) in eisenreichen Gewässern verringert**.

Die Trophie mindernden, und damit sekundär auch die Saprobie senkenden Wirkungen von Eisen in Fließgewässern sind Effekte, die sich auf die **ökologischen Zustandseinstufungen der standardisierten biologischen Bewertungsverfahren** positiv auswirken können, da die Verfahren i.d.R. darauf ausgelegt sind Verhältnisse mit möglichst geringer Primärproduktion und Saprobie am besten zu bewerten.

Wenn aber hohe Eisenkonzentrationen zu einer geringen Trophie und Saprobie führen, sind nicht dieselben Biozönosen zu erwarten, die für nährstoffarme, gut beschattete Fließgewässer typisch sind. In stärker eisenhaltigen Fließgewässern ist daher stets eine **zusätzliche Expertenbewertung unabdingbar**, die auch mögliche Arten- und Abundanzverarmungen gewässertypspezifischer Taxa hinreichend berücksichtigt.

In Abbildung 2-3 sind alle in Fließgewässern stattfindenden relevanten physikalischen, chemischen und biologischen Prozesse der Eisenumwandlung schematisch dargestellt.

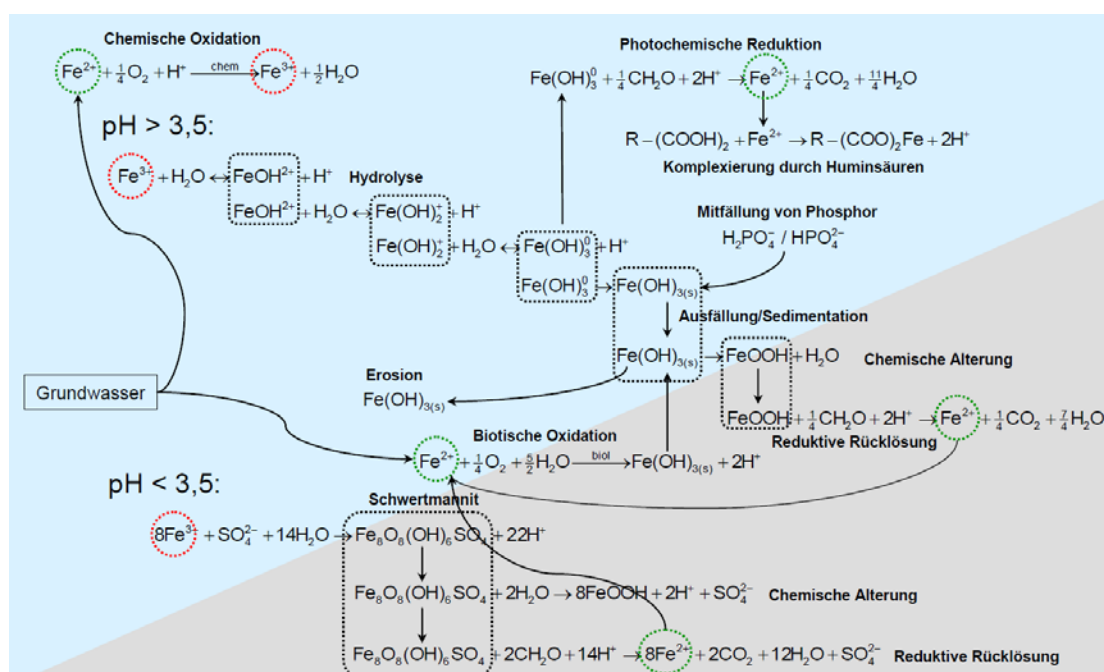


Abbildung 2-3: *Physikalische, chemische und biologische Prozesse des Eisens in Oberflächengewässern (aus Kruspe et al. 2014)*

Die nachfolgende Auflistung stellt abschließend die wichtigsten **prinzipiell möglichen eiseninduzierten Belastungswirkungen für die Fließgewässerbiozönose** im **Überblick** dar (aus Kruspe 2014):

- *„direkte Ökotoxizität von Eisenionen (z. B. auf Fische)*
- *Schädigung der Gasaustauschepithelien und Beeinträchtigung der Sauerstoffaufnahme von Wasserorganismen durch Eisenniederschläge auf den Atmungsmembranen (z. B. Fische, Makrozoobenthos)*
- *Belastung des Sauerstoffhaushalts durch Oxidation von Eisen(II) zu Eisen(III)*
- *Reduzierung der Pufferkapazität bis hin zur Versauerung durch Hydratisierung gelöster Eisen(III)-Ionen*
- *Beeinträchtigungen des Lebensraums von benthischen Tieren bzw. der Siedlungsmöglichkeiten von Pflanzen durch Verschlammung und Versinterung des Interstitials und der Oberfläche von Sedimenten (Verschlechterung der Sauerstoffversorgung im Interstitial, mechanische Blockierung des Interstitials als Aufenthalts- und Rückzugsraum bzw. für Eiablage und Larvalentwicklung)*
- *Beeinträchtigung von Pflanzen durch Beeinträchtigung des Lichtklimas (Wasserfärbung, Wassertrübung, Überzüge von Eisenocker)*
- *Beeinträchtigung der Nahrungsaufnahme von Tieren (z. B. auf benthische Algen angewiesene Weidegänger, auf organische Partikel angewiesene Sedimentfresser, Filtrierer, optisch orientierte Räuber wie Fische)*
- *sekundäre Beeinträchtigung durch verstärktes Wachstum von eisenoxidierenden Bakterien (z. B. Gallionella, Leptothrix)*
- *Beeinträchtigung des von Mikroorganismen gebildeten Biofilms (u. a. Bakterien, Ciliaten, Algen) durch Eisenocker auf dem Gewässersediment führt zur Verminderung des Selbstreinigungsvermögens des Fließgewässers,*

In Kruspe et al. (2014) finden sich zu den einzelnen hier gelisteten Eisen-Belastungswirkungen ausführliche Darstellungen jeweils gesondert für die biologischen Qualitätskomponenten der Europäischen Wasserrahmenrichtlinie und zahlreiche aus der Fachliteratur zitierte Einzelbefunde zur Thematik, die einen umfassenden Überblick über den aktuellen Kenntnisstand vermitteln.

2.2 Internationale, nationale und Bundesland spezifische Grenzkonzentrationen für Eisen

Die wichtigsten internationalen, nationalen und Bundesland spezifischen Grenzkonzentrationen für Eisen sind den folgenden Tabellen (Tabelle 2-1, Tabelle 2-2, Tabelle 2-3) zu entnehmen.

„Der Status „rechtsverbindlich“ in der Tabelle ist in dem Sinne zu verstehen, dass der genannte Wert entweder im Betrachtungsgebiet dieses Gutachtens für das entsprechende Schutzgut bereits einzuhalten ist bzw. nach Umsetzung der entspre-

chenden übergeordneten Richtlinie oder Verordnung in Recht auf Bundes- bzw. Bundeslandebene eingehalten werden muss. „Informativ“ bedeutet, dass der genannte Wert im Betrachtungsgebiet (Sachsen) nur informativen Charakter hat.“(Kruspe et al. 2014)

Tabelle 2-1: Literaturangaben zu Grenzkonzentrationen von Eisen im Süßwasser in der EU und Nicht-EU-Staaten (aus Kruspe et al. 2014)

Quelle (Autor)	Status	Schutzgut	Schwellen-/Grenzwert in mg/l
RL 75/440/EWG Richtlinie für Oberflächenwasser zur Gewinnung von Trinkwasser (1975)	informativ (außer Kraft seit 2007)	Mensch (Trinkwasser)	Grenzwerte Eisen gelöst nach Aufbereitungskategorien A1, A2, A3 (95 bzw. 90 % Prz.) 0,3 2,0 1,0 Grenzwerte Eisen gelöst nach Kategorien A1-A2 der Aufbereitungsverfahren 95 %-Perzentil A1: 0,3 A2: 2,0 Leitwert Kategorie A3 90 %-Perzentil A3: 1,0
RL 98/83/EG EU-Trinkwasserrichtlinie (1998)	rechtsverbindlich	Mensch (Trinkwasser)	Fe gesamt: 0,2
RL 2000/60/EG EU-Wasserrahmenrichtlinie (2000)	rechtsverbindlich	Gewässerbiozönose, Wasser	Verweis auf nationale Festlegung
RL 2008/105/EG EU-Richtlinie UQN (2008)	rechtsverbindlich	Gewässerbiozönose, Wasser	keine Angaben zu Eisen
RL 2006/118/EG Grundwasserrichtlinie (2006)	rechtsverbindlich	Wasser	keine Angaben zu Eisen
RL 2006/7/EG EU-Badegewässerrichtlinie (2006)	rechtsverbindlich	Mensch	keine Angaben zu Eisen
RL 2006/44/EG EU-Fischgewässerrichtlinie (2006)	rechtsverbindlich bis 2013	Fische	keine Angaben zu Eisen
UK-TAG (2008) UK Technical Advisory Group on the Water Framework	informativ	Gewässerbiozönose	Fe gelöst chronisch: 1,0
MEPBC (2008) Ministry of Environment, Prov. of British Columbia	informativ	Gewässerbiozönose	Fe gelöst: 0,35 Fe gesamt: 1,0
EAUK & SNIFFER (2007) Environment Agency UK & Scotland & Northern Ireland	informativ	Gewässerbiozönose	Fe gelöst PNEC akut: 0,041 PNEC chronisch: 0,016
IA-DNR (2005) Iowa Dep. of Natural Resources	informativ	Gewässerbiozönose	Fe gesamt: 1,0
BMLF (1995) Bundesminister für Land- und Forstwirtschaft, Österreich	informativ	Gewässerbiozönose, Wasser	für Karbonathärte < 300 mg/l CaCO ₃ Berglandgewässer: 0,25 Flachlandgewässer: 1,5
US-EPA (1986) United States Environmental Protection Agency	informativ	Gewässerbiozönose	Fe gesamt: 1,0

Ergänzung:

WFD-UKTAG (Water Framework Directive - United Kingdom Technical Advisory Group - SNIFFER)(2012): „Proposed Quality Standards for Iron in Freshwaters based on Field Evidence (For consultation).“:

Auswertungen von Monitoringdaten zu Fischen, Makrophyten und Diatomeen erbrachten keine statistisch belastbaren Ergebnisse, mit deren Hilfe ein Schwellenwert für den Übergang zwischen den ökologischen Zustandsklassen „gut“ und „mäßig“ hätte abgeleitet werden können. Dieses war dagegen für das Makrozoobenthos basierend auf dessen relativen Abundanzen bei unterschiedlichen Gesamteisenkonzentrationen möglich. Es wurde ein Schwellenwert zum **Schutz der empfindlichsten Taxa in Höhe von 0,73 mg/l Gesamteisen** und ein Wert in Höhe von **1,83 mg/l Gesamteisen zum Schutz kompletter Biozönos** abge-

leitet. Die Autoren empfehlen den strengeren Wert als Umweltqualitätsstandard festzulegen, da beide Werte nicht unter Berücksichtigung von Toxizitätsbeeinflussenden Faktoren, wie z.B. dem Gehalt an Huminstoffen ermittelt wurden. Daher bestünde die Gefahr, dass die Schwellenwerte unter sensiblen Bedingungen (z.B. geringer Huminstoffgehalt) nicht scharf genug sind.

Tabelle 2-2: Literaturangaben zu Grenzkonzentrationen von Eisen im Süßwasser in Deutschland (Bundesebene) (aus Kruspe et al. 2014)

Quelle (Autor)	Status	Schutzgut	Schwellen-/Grenzwert in mg/l
WHG (2009) Wasserhaushaltsgesetz, Bund, zuletzt geändert 22.12.2011	rechtsverbindlich	Wasser	Verschlechterungsverbot, Erreichung/Erhaltung guter ökologischer Zustand/Potenzial
OGewV (2011) Oberflächengewässerverordnung	rechtsverbindlich	Gewässerbiozönose, Wasser	keine Angaben zu Eisen
TrinkwV (2001) Trinkwasserverordnung (Neufassung 2011)	rechtsverbindlich	Mensch	Eisen, gesamt: 0,2
GrwV (2010) Grundwasserverordnung, Bund	rechtsverbindlich	Wasser	keine Angaben zu Eisen
AbwV (1997) Abwasserverordnung, zuletzt geändert 31.07.2009	rechtsverbindlich	Gewässerbiozönose, Wasser	nach Branchen: $\leq 3 \dots \leq 5$
AG „Flussgebietsbewirtschaftung Spree–Schwarze Elster“ (2009)	informativ	Wasser (Standgewässer)	Ausleitwerte aus Tagebauseen Fe gesamt < 3 Fe gelöst < 1 Immissionsziele im Gewässer Fe gesamt $\leq 2 \dots \leq 3$ Fe gelöst $\leq 0,1 \dots \leq 1$
LAWA (2001) Anforderungen an Wasserqualität von Tagebauseen	informativ	Wasser	keine Angaben zu Eisen
TGL 22764 (1982)	informativ	Wasser (Fließgewässer)	nach Beschaffenheitsklassen z.B. BK 2 (Fe gesamt) ≤ 1
TGL 27885/01 (1982)	informativ	Wasser (Standgewässer)	nach Beschaffenheitsklassen z.B. BK 2 (Eisen gelöst) $\leq 0,5$

Tabelle 2-3: Literaturangaben zu Grenzkonzentrationen von Eisen im Süßwasser von Bundesländern und untergeordneten Verwaltungsebenen (aus Kruspe et al. 2014)

Quelle (Autor)	Status	Schutzgut	Schwellen-/Grenzwert in mg/l
SächsWG (2010) Sächsisches Wassergesetz, Stand 19.10.2010	rechtsverbindlich	Wasser	keine Angaben zu Eisen
SächsWRRLVO (2004) Sächsische Wasserrahmenrichtlinienverordnung	informativ	Wasser	keine Angaben zu Eisen
SächsFischgewV (1997) Sächsische Fischgewässerverordnung	rechtsverbindlich bis 2013	Fische	keine Angaben zu Eisen
Wasserrechtliche Erlaubnis (Einleitung von Abwasser) nach AbwV (2009)	rechtsverbindlich	Wasser	Mindestanforderungen für Erlaubniswerte für einige Branchen Gesamteisen: in der Regel 3 mg/l einige Herstellungsbereiche auch 5 mg/l
Güteanforderungen für rheinland-pfälzische Fließgewässer, Entwurf Oktober 1992 (zit. in DWVK 1996)	informativ	Wasser, Fließgewässer	$\leq 1,5$
AGA (1991) Allgemeine Güteanforderungen für Fließgewässer Nordrhein-Westfalen	informativ	Wasser, Fließgewässer	Eisen, gesamt ≤ 2

3 Datenbasis der Untersuchung

3.1 Datengrundlage

Die Fragestellung erforderte die kombinierte Betrachtung repräsentativer biologischer Bewertungsdaten und ACP-Messwertdaten, welche in einem raum-zeitlichen Wirkungsbezug zueinander stehen.

Als Grundlage wurde die im bereits erwähnten LAWA-Vorhaben O 3.12 aufgebaute Datenbank verwendet.

Im Herbst 2013 wurde eine Datenanfrage an die Bundesländer versendet, um bis Anfang 2014 noch bestehende Lücken in der Datenbasis zu schließen. Diese Daten wurden bis einschließlich Mai 2014 geliefert. Obwohl für die Datenübergabe ein einheitliches Template vereinbart wurde, wurden diese Formatvorgaben nicht immer eingehalten, was zusammen mit der stark verteilten und verspäteten Datenlieferung sowie teilweise erforderlichen Fehlerkorrekturen und Umrechnungen einen nicht eingeplanten erheblichen Mehraufwand zur Folge hatte.

Folgende Daten wurden von den angefragten Bundesländern geliefert (Tabelle 3-1¹).

Tabelle 3-1: Für das Vorhaben zusätzlich gelieferte Daten

Bundesland	Gelieferte Daten
Baden-Württemberg	Chemie-Daten 2004 - 2011
Brandenburg	Befischungsdaten 2006 - 2013
Hessen	Befischungsdaten 2012
Mecklenburg-Vorpommern	Chemie-Parameter 2008 – 2012 MZB-Daten 2011 – 2012 Diatomeen-Daten 2011 - 2012
Niedersachsen	Chemie-Daten 2012
NRW	Chemie-Daten 2000 – 2012 MZB-Daten 2012 Befischungsdaten 2012 Diatomeen-Daten 2012
Sachsen	Chemie-Daten 2006 – 2012 MZB-Daten 2012 Fischbewertungen 2013 – 2014 Diatomeen-Daten 2012
Sachsen-Anhalt	Chemie-Daten 2007 – 2012 MZB-Daten 2012 Befischungsdaten 2012 Diatomeen-Daten 2001 - 2012
Thüringen	Chemie-Daten 2004 – 2013 MZB-Daten 2010 - 2013 Diatomeen-Daten 2010 – 2013

Insgesamt standen für die abschließenden Auswertungen 18.048 Messstellen zur Verfügung, die sich wie in Tabelle 3-2 dargestellt, auf die im Rahmen des LAWA-Projektes O 3.12 gebildete Gruppierung der LAWA-Gewässertypen verteilen.

Tabelle 3-2: Verteilung der Messstellen auf die Gruppierung der LAWA-Gewässertypen

Typgruppe	Anzahl	Typgruppe	Anzahl	Typgruppe	Anzahl
1.1.1	369	18	463	2.2.2	1411
1.1.2	138	19 MG	340	21_N	45

¹ Aus den Ländern Berlin und Brandenburg lagen aufgrund eines anderen Vorhabens bereits zusätzliche Daten zu MZB, ACP-Parametern und Diatomeen vor.

Typgruppe	Anzahl	Typgruppe	Anzahl	Typgruppe	Anzahl
1.1.3	41	19 NT	1622	21_S	6
11 NTK/S	126/124	2.1.1	1684	23	29
12 NTK/S	185/124	2.1.2	418	3.1.3	635
15	704	2.1.3	888	3.2.1	2129
17	297	2.2.1	5452	k.A.	827

Tabelle 3-3: Im Projekt verwendete Gruppierung der LAWA-Fließgewässertypen

Typgruppe	Bezeichnung	LAWA-Gewässertypen*
1.1.1	Karbonatische oder basenreiche Bäche der Alpen und des Alpenvorlands	1.1 / 2.1 / 3.1 / 11 (AV ¹) / 19 (AV)
1.1.2	Karbonatische oder basenreiche kleine bis mittelgroße Flüsse der Alpen und des Alpenvorlands	1.2 / 2.2 / 3.2 / 12 (AV)
21_S	Seeausflussgeprägte Fließgewässer (Süd)	21_S
1.1.3	Große Flüsse des Alpenvorlands	4
2.1.1	Karbonatische Bäche des Mittelgebirges	6 / 6_K / 7
2.2.1	Silikatische oder basenarme Bäche des Mittelgebirges	5 / 5.1 / 5.2 / 11 (MG ²)
19 MG	Kleine Niederungsfließgewässer in Fluss- und Stromtälern des Mittelgebirges	19 (MG)
2.1.2	Karbonatische kleine bis mittelgroße Flüsse des Mittelgebirges	9.1 / 9.1_K
2.2.2	Silikatische oder basenarme kleine bis mittelgroße Flüsse des Mittelgebirges	9 / 12 (MG)
2.1.3	Karbonatische große Flüsse und Ströme des Mittelgebirges	9.2 / 10
18	Löss-lehmgeprägte Tieflandbäche	18
19 NT	Kleine Niederungsfließgewässer in Fluss- und Stromtälern des norddeutschen Tieflands	19 (NT ³)
3.2.1	Silikatische und karbonatische sand- und kiesgeprägte Bäche des norddeutschen Tieflands	14, 16
11 NT	Organisch geprägte Bäche	11 (NT)
15	Sand- und lehmgeprägte Tieflandflüsse	15
12NT	Organisch geprägte Flüsse	12 (NT)
17	Kiesgeprägte Tieflandflüsse	17
3.1.3	Karbonatische große Flüsse und Ströme des norddeutschen Tieflands	15_g / 20
21 N	Seeausflussgeprägte Fließgewässer (Nord)	21_N

*: teilweise ergänzt um Ökoregion, Geochemismus, Größe

1: Alpenvorland, 2: Mittelgebirge, 3: Norddt. Tiefland

Für die in diesem Vorhaben relevanten Parameter Fe²⁺, Fe_{gel} und Fe_{ges} stellt sich die Situation folgendermaßen dar (Tabelle 3-4).

Tabelle 3-4: Jahreswerte der Fe-Parameter je Typgruppe

Parameter	Typgruppe	Anzahl Jahreswerte
Fe ²⁺	15	40
	17	12
	18	16
	19 NT	9
	2.1.3	14

Parameter	Typgruppe	Anzahl Jahreswerte
	2.2.1	27
	2.2.2	3
	3.1.3	3
	3.2.1	26
Fe_{gel}	11 NTS	28
	12 NTK	2
	12 NTS	7
	15	239
	17	186
	18	197
	19 MG	8
	19 NT	524
	2.1.1	208
	2.1.2	20
	2.1.3	186
	2.2.1	2134
	2.2.2	418
	3.1.3	152
	3.2.1	689
Fe_{ges}	1.1.2	11
	1.1.3	2
	11 NTK	63
	11 NTS	101
	12 NTK	221
	12 NTS	214
	15	709
	17	349
	18	392
	19 MG	51
	19 NT	1806
	2.1.1	844
	2.1.2	275
	2.1.3	653
	2.2.1	3160
	2.2.2	868
	3.1.3	636
3.2.1	1258	

Allerdings konnten bei weitem nicht alle Messstellen verwendet werden, da

- nicht an jeder Messstelle Daten für alle Parameter vorlagen,
- nicht für alle Messstellen Bewertungsergebnisse zu allen biologischen Qualitätskomponenten vorlagen und
- nur solche Messstellen in Frage kamen, bei denen jeweils geeignete Paare aus biologischen und chemischen Messergebnissen gebildet werden konnten.

Die chemischen Messdaten wurden wie im LAWA-Vorhaben O 3.12 zu Jahresmittelwerten, -minima und -maxima aggregiert. Dabei wurden nur solche Messstellen berücksichtigt, bei denen pro Jahr mindestens 4 Messwerte vorlagen. Aus diesen Aggregaten wurden dann – jeweils um das Jahr der betrachteten biologischen Untersuchung herum – ein Dreijahresmittel gebildet.

Die tatsächlich für Auswertungen nutzbaren Fallzahlen sind in Tabelle 3-5 dargestellt.

Tabelle 3-5: Verteilung der Fallzahlen auf die Typgruppen gemäß Tabelle 3-3 und biologische Qualitätskomponenten

Parameter	Typgruppe	Fallzahlen		
		Diatomeen	Fische	MZB
Fe²⁺	15	11	3	21
	17	5	0	8
	18	6	12	10
	19 NT	7	2	9
	2.1.3	17	2	9
	2.2.1	11	11	17
	3.1.3	3	0	2
	3.2.1	13	14	16
Fe_{gel}	11 NTS	6	6	19
	12 NTS	3	1	3
	15	71	44	109
	17	88	21	113
	18	47	39	64
	19 MG	3	0	2
	19 NT	136	61	197
	2.1.1	58	36	83
	2.1.2	5	8	10
	2.1.3	77	18	82
	2.2.1	842	393	969
	2.2.2	165	58	184
	3.1.3	39	32	67
	3.2.1	236	190	325
Fe_{ges}	1.1.2	5	0	5
	11 NTK	4	1	25
	11 NTS	41	10	48
	12 NTK	18	14	107
	12 NTS	71	20	65
	15	163	101	287
	17	177	54	210
	18	166	52	184
	19 MG	12	1	23
	19 NT	651	159	869
	2.1.1	644	82	508
	2.1.2	190	36	123
	2.1.3	250	42	198
	2.2.1	1453	491	1541
	2.2.2	349	102	346
	3.1.3	120	93	256
	3.2.1	490	207	669

3.2 Datenquellen und Datenaufbereitung

Die von den Ländern gelieferten Daten wurden mit einem ETL-Werkzeug (Kettle 4.2) in die Geodatenbank importiert. Anhand der jeweiligen Taxalisten wurden unter Verwendung der jeweils aktuellen Programmversionen die Bewertungen der biologischen Qualitätskomponenten berechnet soweit nicht bereits Bewertungsergebnisse geliefert wurden. Die Ergebnisdateien der jeweiligen Programme wurden ebenfalls in die Geodatenbank importiert.

Für die durchzuführenden statistischen Analysen wurden anschließend Views erstellt, die die Daten in der für die jeweilige Analyse benötigten Struktur bereitstellen.

4 Ableitung taxaspezifischer Präferenzspektren des Makrozoobenthos für Eisen

Auf der Grundlage der in Kapitel 3 beschriebenen Datenbasis sollen statistisch abgesicherte Zusammenhänge zwischen dem Vorkommen oder Fehlen sowie den Abundanzen häufiger Taxa mit den gemessenen Eisenkonzentrationen abgeleitet und für die jeweiligen Taxa Präferenzspektren ermittelt werden.

Im LAWA-Projekt O 3.12 (Halle und Müller 2014) wurde eine Anwendung entwickelt, mit der exemplarisch für Chlorid und Makrozoobenthos differenziert für karbonatische und silikatische Gewässertypen derartige Präferenzspektren und ein taxa-spezifisches Indexsystem ermittelt wurde. Das Ergebnis zeigte eine relativ gute Korrelation zwischen den gemessenen Chlorid-Jahresmitteln und den aus den „Chlorid-Indizes“ prognostizierten Konzentrationen. Dieser Ansatz wurde daher als Grundlage verwendet, allerdings – wie im Folgenden beschrieben – in einigen Punkten verbessert.

4.1 Klassifizierung der Eisenkonzentrationen

Als wesentlich für die Güte des Verfahrens kann die Qualität der Klassenvorgaben für die jeweilige ACP-Konzentration angenommen werden. Daher musste eine möglichst „gute“ Klassenaufteilung gefunden werden.

Die im LAWA-Projekt O 3.12 (Halle und Müller 2014) entwickelte Anwendung wurde daher um einen Optimierungsschritt erweitert, der diese „gute“ Klassenaufteilung findet.

Der zugrunde liegende Algorithmus kann allgemein wie folgt beschrieben werden:

Suche diejenige Klassenaufteilung, die es ermöglicht, den Taxa Indexwerte zuzuordnen, welche die tatsächlichen Messwerte des Parameters Eisen möglichst gut abbilden.

Um diese „gute“ Klassenaufteilung zu finden, war es erforderlich ein geeignetes Optimierungsverfahren anzuwenden. Die Problemstellung entspricht der Suche eines globalen Optimums in einem vieldimensionalen Raum. Die Schwierigkeit liegt darin, dass die Funktion, die die Abhängigkeit der Klassenaufteilung von der Qualität der sich daraus ergebenden Indexwerte beschreibt, vermutlich viele lokale Optima aufweist. Es ist bekannt, dass klassische Optimierungsverfahren i. d. R. gut darin sind, ein lokales Optimum zu finden, aber meist versagen, wenn das globale Optimum gesucht ist.

Dies lässt sich leicht graphisch veranschaulichen (Abbildung 4-1):

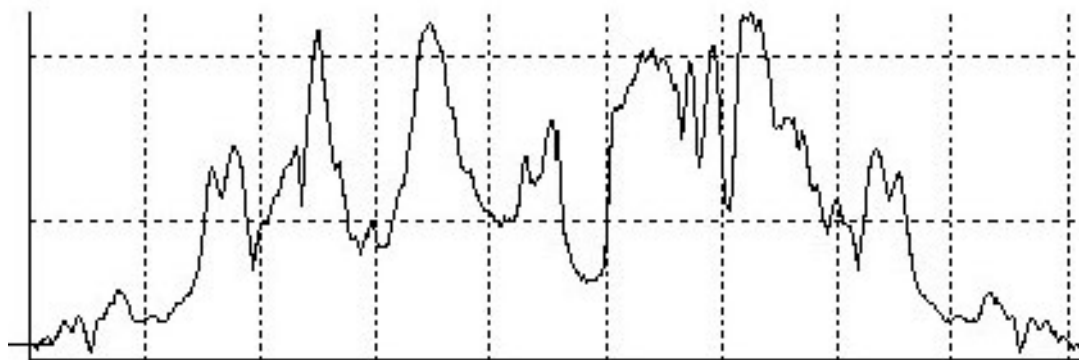


Abbildung 4-1: Beispiel für eine Funktion mit vielen Optima

Ein klassisches Optimierungsverfahren wird bei einer Minimumsuche sehr schnell eines der lokalen Minima finden. Sucht man aber das „tiefste Tal“, also das absolute

Minimum, so tritt das Problem auf, dass diese Verfahren immer nur in eine Richtung suchen, d. h. dass der Algorithmus aus einem einmal gefundenen Tal nicht mehr „herausfindet“ oder umgekehrt (bei der Maximumsuche), hat der Algorithmus erst einmal einen „Weg bergauf“ gefunden, marschiert er diesen hinauf bis zur Spitze und endet dort – auch wenn der gefundene „Gipfel“ nicht der höchste ist.

Diesem Problem kann auf verschiedene Weise begegnet werden.

Die reine Zufallssuche („*random search*“) sucht zufällig im Lösungsraum nach möglichen Lösungen, prüft den Fund gegen die bisher beste und setzt die Suche solange fort, bis ein Abbruchkriterium erreicht ist.

Während bei der Zufallssuche einfach beliebige potenzielle Lösungen nacheinander hinsichtlich ihrer Güte getestet werden, was aber keine Aussage über die Qualität des gefundenen Resultats zulässt, finden Gradientenverfahren immer ein Optimum mit der Einschränkung, dass dieses lokal sein kann und damit evtl. weitab von einem absoluten Optimum.

Moderne Verfahren verknüpfen „klassische“ Gradientenverfahren mit Elementen der Zufallssuche. Dazu zählen die sog. Evolutionsverfahren (oder „genetische“ Algorithmen) sowie das „simulierte Abkühlen“ („*simulated annealing*“).

Evolutionsverfahren wurden bereits erfolgreich z. B. zur optimalen Aufteilung von Flussgebieten in möglichst homogene, aber nicht zu viele Wasserkörper sowie zur Abgrenzung von Gewässerstrecken einheitlichen Gefälles eingesetzt (Müller, Halle und Schütz 2010). Daher war vorgeschlagen worden, diesen Ansatz auch zur Lösung des „Taxa-Index-Problems“ zu verfolgen.

Da sich eine angemessene Kodierung des Problems als nicht realisierbar darstellte, musste dies jedoch verworfen werden. Zur Erläuterung wird im Folgenden das Grundprinzip evolutionärer Algorithmen beschrieben.

Diese sind in Analogie zu den Evolutionsprinzipien folgendermaßen aufgebaut

- Zunächst wird eine Generation von Lösungskandidaten („Individuen“) zufällig erzeugt.
- Anschließend werden diese Lösungskandidaten anhand einer problemspezifischen „Fitnessfunktion“ bewertet.
- Dann wird eine Schleife durchlaufen, die entweder bei Erreichen einer Zielfitness oder einer maximalen Generationenzahl endet. Sie umfasst die folgenden Schritte:
 - Wähle die N fittesten Individuen für die Rekombination aus (Selektion)
 - Kreuze die ausgewählten Individuen zu „Nachfahren“ (Rekombination)
 - Verändere die Nachfahren zufällig (Mutation)
 - Ermittle die Fitness der Nachfahren
 - Beginne von vorne

„*Lösungskandidaten*“ sind dabei im hier lösenden Problem zufällig gebildete Klassenaufteilungen.

Als „*Fitness*“ wird die Güte der Approximation der Messwerte durch die berechneten Indexwerte der Taxa verwendet.

Rekombination erfolgt, indem Klassengrenzen zweier solcher Lösungen an einer beliebigen Stelle ausgetauscht werden, so dass zwei neue Klassenaufteilungen als „*Nachkommen*“ resultieren.

Das Verfahren sucht die besten Lösungen anhand eines Gradientenverfahrens, ist aber durch die simulierten biologischen Prozesse in der Lage, z. B. lokale Minima auch wieder zu verlassen.

Das nicht zu lösende Problem ergibt sich daraus, dass sich Klassengrenzen zweier Individuen gravierend unterscheiden können, was im folgenden Beispiel dokumentiert werden soll.

Die Klassenaufteilungen „1|2|3|4|5|6|“ und „10|20|30|40|50|60|“ sollen gekreuzt werden. Dies kann z. B. zu folgenden Nachkommen führen: „1|2|3|40|50|60|“ und „10|20|30|4|5|6|“. Der zweite Nachkomme ist für die weitere Behandlung nicht geeignet, da die Klassengrenzen monoton ansteigen müssen. Das Problem könnte dadurch gelöst werden, dass man derartige „Nachkommen“ als letal definiert und nur solche zulässt, die eine monoton steigende Abfolge der Klassengrenzen aufweisen. Allerdings haben erste Versuche gezeigt, dass der so gewonnene Algorithmus nicht gut konvergiert. Gleiches gilt, falls man bei dem Nachkommen 2 die Klassengrenzen neu sortiert, so dass aus dem ungültigen, also „nicht überlebensfähigen“ Nachkommen „10|20|30|4|5|6|“ der gültige Nachkomme „4|5|6|10|20|30|“ würde. Aber auch dieser Ansatz lieferte keine guten Ergebnisse.

Stattdessen wurde ein anderes heuristisches Optimierungsverfahren gewählt, von dem aus der Literatur bekannt ist, dass es den evolutionären Verfahren gleichwertige Ergebnisse liefern kann.

Das Verfahren des „**simulierten Abkühlens**“ (simulated annealing) folgt einem anderen Prinzip der Natur, diesmal aus dem Bereich der Festkörperphysik bzw. der Thermodynamik. 1983 zeigten Kirkpatrick et al. auf, dass zwischen den Prinzipien der statistischen Mechanik, die man sich z. B. beim Tempern von Feststoffen zunutze macht, und mehrdimensionalen, nicht-linearen Optimierungsproblemen ein enger Zusammenhang besteht. Sie wendeten dazu den „Metropolis-Algorithmus“ (Metropolis et al. 1953) zur Erzeugung von Systemzuständen entsprechend der Boltzmann-Verteilung auf Optimierungsprobleme an.

Auch das simulierte Abkühlen folgt grundsätzlich einem Gradienten und unterbindet das „Festfahren“ in lokalen Minima durch ein Zufallselement. Während dies bei Evolutionsstrategien durch Rekombination und Mutation erfolgt, simuliert das „simulierte Abkühlen“ die temperaturabhängige Wahrscheinlichkeit eines Teilchens, in ein höheres, also ungünstigeres Energieniveau zu gelangen.

Der Algorithmus des simulierten Abkühlens kann wie folgt beschrieben werden.

1. Initialisierung
 - a. Beginne mit einer willkürlich gesetzten Anzahl (i) von Klassen
 - i. Setze die i -te (oberste) Klassengrenze als Zufallszahl, die aus dem 99-Perzentil des maximalen Messwertes berechnet wird.
 - ii. Berechne die übrigen Klassen aus der obersten Klassengrenze, indem die oberste Klassengrenze durch 2^j mit $j = (i-n)$, $n = 1, \dots, i-1$ geteilt wird
 - b. Berechne mit dieser Klassenverteilung die Indizes für die einzelnen Taxa eines zufällig gewählten Trainingsdatensatzes
 - c. Berechne anhand dieser Taxa-Indizes für alle Proben des Trainingsdatensatzes Probenindizes
 - d. Ermittle den Spearman-Korrelationskoeffizient zwischen den Probenindizes und den Messwerten der jeweiligen Proben
2. Optimierung
 - a. Solange das Terminierungskriterium nicht erfüllt ist
 - i. Verändere die *Zahl der Klassen um maximal 1 Klasse* und initialisiere die Klassengrenzen wie oben
 - ii. Berechne die neuen Taxa-Indizes
 - iii. Berechne die neuen Probenindizes
 - iv. Ermittle den Korrelationskoeffizienten
 - v. Bewerte das Ergebnis
 1. ist der neue Korrelationskoeffizient größer als der vorherige, ersetze die bisherige Klassenzahl durch die neue Klassenzahl

2. ist er größer als der bisher beste, speichere ihn und die Klassengrenzen
3. ansonsten berechne die Wahrscheinlichkeit, dass die neue Klassenzahl übernommen wird mit Hilfe der Boltzmann-

$$\text{Statistik: } \exp\left(-\frac{f(y) - f(x)}{T_t}\right)$$

Vergleiche den berechneten Wert mit einer normalverteilten Zufallszahl

- a. Ist die berechnete Wahrscheinlichkeit größer als die Zufallszahl, ersetze die bisherige Klassenzahl durch die neue Klassenzahl
 - b. Ansonsten behalte die alte Klassenzahl bei
- vi. Beginne von vorn

Die Berechnung des einzelnen Probenindex erfolgt dabei mithilfe einer Formel, die an den Saprobienindex angelehnt ist:

$$Ind_k = \frac{\sum_{i=1}^n I_i \times a_i}{\sum_{i=1}^n a_i}, \text{ mit}$$

Ind_k : Probenindex der k-ten Probe

I_i : Index des i-ten Taxon

a_i : Abundanzklasse des i-ten Taxon

4.2 Anwendung des Algorithmus auf Gesamteisen

Der Algorithmus wurde in Java implementiert.

Aufgrund der zu geringen Fallzahlen für die Parameter Fe^{2+} und Fe_{gel} konnten nur Berechnungen für Gesamt-Eisen durchgeführt werden.

Als Trainingsdatensätze wurden jeweils zufällig, aber unter Berücksichtigung der Typgruppen Teilmengen der als „silikatisch“ bzw. „karbonatisch“ sowie der als „organisch dominiert“ (Typgruppen 11NT, 12NT und 19NT) bzw. „anorganisch dominiert“ (alle anderen Typgruppen) eingestuftten Messstellen ausgewählt. Diese umfassen jeweils ca. 75 % der jeweiligen Gesamtanzahl, wobei die Zufallsauswahl so erfolgte, dass für jede Typgruppe 75 % der Datensätze ausgewählt wurden. Die verbleibenden Messstellen dienten zur Kontrolle der Ergebnisse, um sicherzustellen, dass die Optimierungen nicht „self fulfilling“ sind, also nur für diesen speziellen Datensatz gelten.

Tabelle 4-1: Aufteilung der Test- und Trainingsdatensätze

Art des Datensatzes	Silikatisch	Karbonatisch	Anorganisch	Organisch
Trainingsdaten	1.510 Fälle	1.820 Fälle	2.821 Fälle	647 Fälle
Testdaten	494 Fälle	608 Fälle	966 Fälle	250 Fälle

In der konkreten Anwendung wurde die Startanzahl der Klassengrenzen mit 1 (somit ergeben sich 2 Klassen) initialisiert und nach oben begrenzt. Es wurden maximal 7 Klassen, d.h. 6 Klassengrenzen) zugelassen.

Die Schleifendurchläufe wurden gesteuert, indem die Kontrollvariable, beginnend bei einem Wert von 1.000, bei jedem Durchlauf um 3% vermindert wurde, bis ein Wert

von 0,1 erreicht wird. Diese Kontrollvariable entspricht der Temperatur des simulierten Abkühlprozesses.

Die folgenden Abbildungen (Abbildung 4-2 bis Abbildung 4-4) stellen exemplarisch den Verlauf der Optimierung für die silikatischen Messstellen dar.

Abbildung 4-2 zeigt, wie der bei jedem Durchgang errechnete Korrelationskoeffizient schnell zunimmt, anschließend bis auf wenige Ausreißer konstant bei ca. 0,5 verharrt, um gegen Ende des simulierten Temperprozesses stark zwischen 0,1 und 0,4 zu oszillieren.

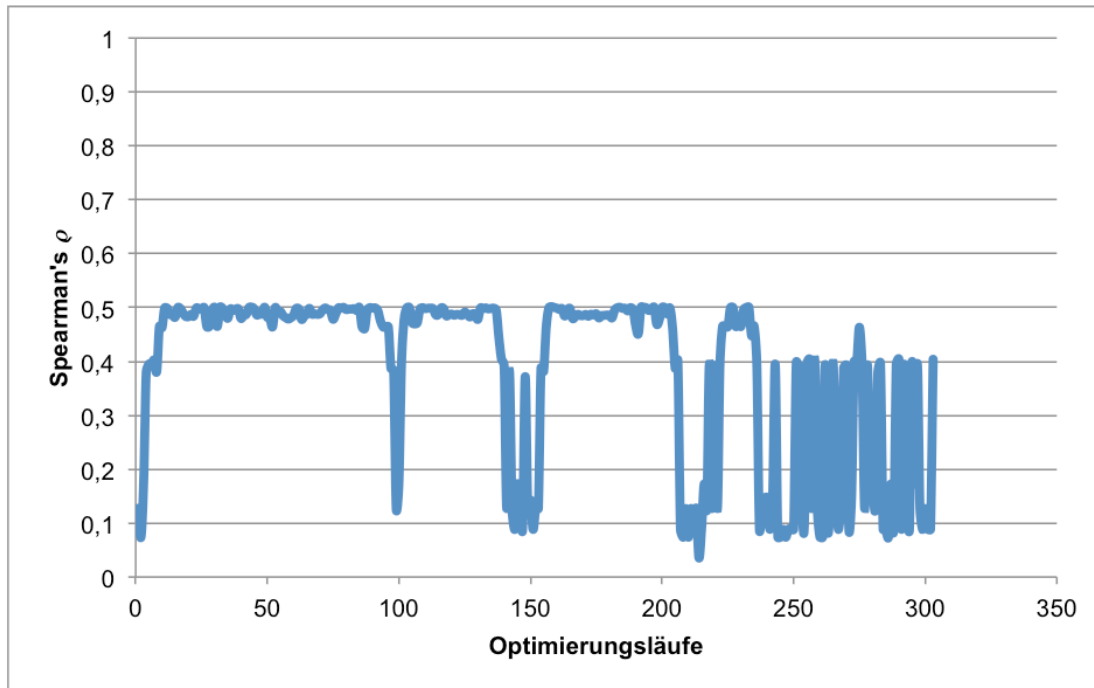


Abbildung 4-2: Verlauf der Korrelationskoeffizienten (Spearman) während der Optimierung

Dies Verhalten wird durch Abbildung 4-3 erklärt. Sie zeigt kurz nach Beginn des Prozesses ebenfalls ein relativ konstantes Verharren bei Oszillation zwischen sechs und sieben Klassen (5 bzw. 6 Klassengrenzen) mit gelegentlichen Ausreißern nach unten. Gegen Ende des Abkühlungsprozesses bleibt das System jedoch in einem Bereich zwischen 2 und 3 Klassen stecken, was mit den geringeren Korrelationskoeffizienten in Abbildung 4-2 übereinstimmt.

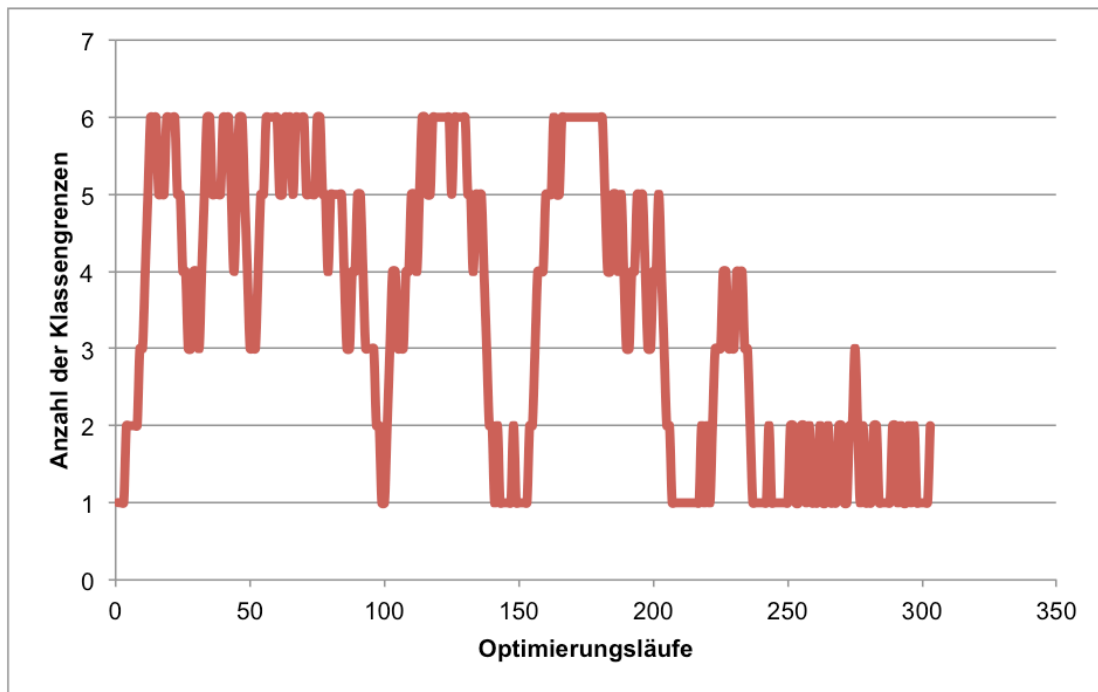


Abbildung 4-3: Verlauf der Anzahl der Klassengrenzen während der Optimierung

Abbildung 4-4 schließlich zeigt, wie mit steigender Anzahl der Klassengrenzen die Qualität der Anpassung (= Korrelation von Eisenindex und Eisenkonzentrationen) zunimmt und langsam eine Sättigung erreicht.

Das Verhalten bestätigt zum einen das bekannte Phänomen, dass mit zunehmender Variablenzahl in einem Modell der Bestimmungsgrad eines Systems zunimmt, da die gewählten Klassengrenzen im weitesten Sinne als Variablen angesehen werden können.

Zum anderen zeigt die Sättigung jedoch an, dass eine sinnvolle Zahl der zur Beschreibung des Systems erforderlichen Klassen ab einer Größenordnung von etwa 4 (= 3 Klassengrenzen) liegt und dass eine Vergrößerung der Klassenanzahl über 6 hinaus nicht erforderlich ist. Versucht man die Eisen-Konzentrationen der Messstellen mit nur zwei Klassen zu beschreiben, streuen die damit erzielbaren Korrelationskoeffizienten stark (zwischen 0,05 und 0,18), schon bei drei Klassen (= zwei Klassengrenzen) liegen die Korrelationskoeffizienten nah bei einander (ca. 0,4). Ab vier Klassen wird unabhängig von der Wahl der konkreten Klassen stets ein Wert von ca. 0,5 erreicht, der kaum noch zu steigern ist.

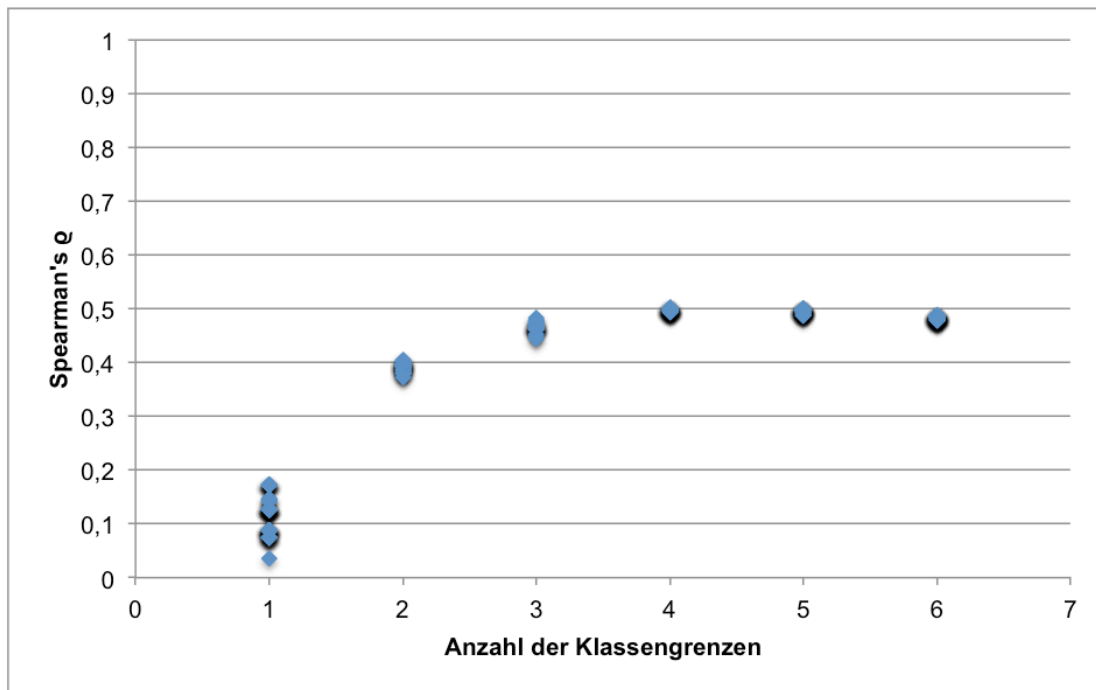


Abbildung 4-4: Abhängigkeit des Korrelationskoeffizienten von der Zahl der Klassengrenzen

Die Optimierungen ergaben folgende Ergebnisse (Tabelle 4-2).

Tabelle 4-2: Ergebnis der Optimierung für die Trainingsdatensätze

Geochemischer Typ	Anzahl Klassen	Klassengrenzen gerundet auf 0,01 mg/l	Korrelationskoeffizient
Silikatisch	5	< 0,17, < 0,2, < 0,37, < 0,7, \geq 0,7	0,5114
Karbonatisch	5	< 0,14, < 0,17, < 0,35, < 0,61, \geq 0,61	0,5179
Anorganisch	5	< 0,1, < 0,17, < 0,35, < 0,6, \geq 0,6	0,4800
Organisch	5	< 0,35, < 0,47, < 0,6, < 1,0, \geq 1,0	0,4138

Die so erhaltenen optimalen Klassifizierungen wurden anschließend auf die Taxadaten und Eisenkonzentrationen der Testdatensätze angewendet und damit die Güte des Verfahrens validiert. Es ergeben sich folgende Korrelationskoeffizienten (Tabelle 4-3).

Tabelle 4-3: Ergebnisse für die Testdatensätze

Geochemischer Typ	Korrelationskoeffizient
Silikatisch	0,4974
Karbonatisch	0,5144
Anorganisch	0,4788
Organisch	0,3572

Der Vergleich der Korrelationskoeffizienten von Trainings- und Testdatensätzen zeigt, dass die Ergebnisse jeweils nah beieinander liegen. Mit Ausnahme der organisch dominierten Gewässertypen (ca. 14%) beträgt der Unterschied weniger als 5%. Das mit den Trainingsdatensätzen erzielte Ergebnis wird also von den Testdatensätzen bestätigt.

Auffallend ist, dass die Klassengrenzen der Gruppen der silikatischen und karbonatischen Gewässertypen fast identisch sind, was ein Indiz dafür ist, dass eine Differenzierung nach geochemischen Eigenschaften nicht erforderlich ist. Dagegen unterscheiden sich die Klassengrenzen anorganisch und organisch dominierter Gewässertypen deutlich. Es ist allerdings zu berücksichtigen, dass die Fallzahlen der organisch dominierten Gewässertypen nur ein Viertel der anorganisch dominierten Gewässertypen umfassen.

4.3 Ableitung von Schwerpunktkonzentrationen und Spezifitäten der Taxa und Taxagruppen des Makrozoobenthos für Gesamteisen

Die für das Makrozoobenthos (MZB) vorgenommenen Indikatorenauswertungen zur Ermittlung der Konzentrationspräferenzen und -spezifitäten der einzelnen Taxa und Taxagruppen erfolgten gemäß folgender Vorgehensweise, die in Tabelle 4-4 an Hand eines fiktiven Beispiel-Taxons dargestellt wird:

1. Zunächst werden für die zuvor generierten **untersten und obersten Konzentrationsklassen²** die **untere und die obere Konzentrationsklassengrenze mittels Interpolation** ermittelt, die die aller meisten Daten einschließen. Dies geschieht auf Grundlage derjenigen Exponentialfunktion, die die Unter- bzw. Obergrenzen der Klassen insgesamt am besten beschreibt (Mindestanforderung: $R^2 > 0,98$) und zwar zu dem Zweck Mittelwerte für alle Konzentrationsklassen ermitteln zu können.
2. Anschließend wird auch für die **Mittelwerte aller Konzentrationsklassen die entsprechende Exponentialfunktion** bestimmt.
3. Alle Proben³ werden mittels der den MZB-Proben zugewiesenen **Jahresmittelwerte der Stoffkonzentrationen den jeweiligen Konzentrationsklassen zugeordnet** (Wiederholungsproben mit eigenen Jahresmittelwerten der Eisen-Konzentration werden wie einmalige Proben an einer anderen Probestelle behandelt).
4. Für jedes Taxon wird für jede Probe dessen **Fehlen (0) oder Vorkommen mit Angabe der Abundanzklasse zwischen 1 und 7** (Einzelfund bis Massenentwicklung) aufgrund der Individuenzahl pro m² zugewiesen und der jeweils zur Probenkonzentration passenden Konzentrationsklasse zugeordnet.
5. Anschließend wird **für jedes Taxon das Abundanzklassenmittel aller Proben einer Konzentrationsklasse** errechnet; dabei bezieht der Mittelwert auch diejenigen Proben mit ein, in denen das Taxon fehlt (0).
6. **Indikatordezimalzahlen:** Für jedes Taxon wird **der relative Anteil der zuvor ermittelten Abundanzklassenmittel aller Proben jeder Konzentrations-**

² Der Wertebereich der chemischen Parameter wurde mit Hilfe des oben beschriebenen nicht-linearen Optimierungsverfahrens („simuliertes Abkühlen“) so in Konzentrationsklassen unterteilt, dass diese Klassifizierung zu einer möglichst hohen Korrelation der gemessenen Werte mit den ermittelten Indizes führte. Das so ermittelte optimierte Ergebnis wurde anschließend anhand eines unabhängigen Testdatensatzes validiert.

³ Aufgrund der Bestätigung des mit dem Trainingsdatensatz erzeugten Ergebnisses wurden für die weiteren Betrachtungen jeweils (für anorganisch bzw. organisch dominierte Gewässertypen) alle Proben verwendet.

klasse von der Summe aller Abundanzklassenmittel errechnet und die Summe der Abundanzklassenmittel auf 10 normiert. Durch die Verwendung der Abundanzklassenmittel anstelle der Abundanzklassensummen wird das Ergebnis unabhängig von der Zahl der jeweils zugrunde liegenden Einzelproben⁴.

Somit spiegeln sich die spezifischen Konzentrationspräferenzen und -toleranzen jedes Taxons durch die Verteilung der so berechneten **relativen Abundanzvorkommen pro Konzentrationsklasse (Indikatordezimalzahlen** zwischen 1 und 10) wider.

Zur **Auswertung gruppierter Taxa**, werden für jede Konzentrationsklasse die **Mittelwerte der Indikatordezimalzahlen aller Taxa der jeweiligen Taxagruppe** berechnet.

7. Um die **relativen Abundanzen der einzelnen Taxa prozentual** angeben zu können, sind die Indikatordezimalzahlen mit 10 zu multiplizieren.
8. **Aus den Indikatordezimalzahlen für die gebildeten Konzentrationsklassen** wird ein **Stoff-Index (hier Gesamteisen-Index, $I(\text{Fe}_{\text{ges}})$)** für jedes **Taxon** errechnet, indem jede Indikatordezimalzahl mit ihrer jeweiligen Konzentrationsklassenziffer multipliziert und die Summe dieser Produkte durch 10 geteilt wird. **Der Indexwert ist somit ein Dezimalwert, dessen Wertespanne zwischen 1 und der maximalen Klassenzahl liegt.**
9. Anschließend wird **dem errechneten Indexwert die zugehörige Konzentration als sog. Schwerpunktkonzentration** durch Anwendung der Exponentialfunktion für die Konzentrationsklassenmittel auf den Stoff-Index des Taxons zugewiesen. Als **Schwerpunktkonzentration (SWP-K)** eines Taxons ergibt sich dadurch diejenige **Konzentration, unterhalb und oberhalb derer jeweils die Hälfte der relativen Gesamtabundanz des Taxons bezogen auf alle ausgewerteten Proben** liegen. Die Schwerpunktkonzentration ist somit ein **Attribut des Taxons hinsichtlich seiner unter synökologischen Bedingungen bevorzugten Konzentration des betreffenden Stoffs im Gewässer**. Im Unterschied zum Indexwert ist die SWP-K unabhängig von der Anzahl der Konzentrationsklassen. Die Schwerpunktkonzentration einer Taxagruppe (z. B. Weidegänger) wird als Mittelwert der Schwerpunktkonzentrationen der zugrunde liegenden Einzeltaxa angegeben.

Die Schwerpunktkonzentration ist nicht direkt mit dem Orientierungswert vergleichbar, da sie nicht bewertungsabhängig abgeleitet wird. Sie kann aber Hinweise auf dessen Größenordnung geben. Dies trifft insbesondere auf die gemittelten Schwerpunktkonzentrationen für besonders bewertungsrelevante Taxagruppen (z. B. Güte- und Störungszeiger des Deutschen Faunaindex, oligosaprobe, epirhithrale oder strömungsliebende Taxa sowie Eintagsfliegen, Steinfliegen und Köcherfliegen) zu. Die **Schwerpunktkonzentration** ist daher vor allem ein **geeignetes Maß für den**

⁴ Dadurch wird vermieden, dass z. B. ein Taxon, das tatsächlich in allen Konzentrationsklassen gleich häufig vorkommt, für bestimmte Konzentrationsklassen als weniger stark vorkommend eingestuft wird, nur weil für diese Konzentrationsklassen eine unterproportionale Anzahl an Proben vorliegt.

relativen Vergleich einzelner Taxa oder bestimmter Taxagruppen mit gleichartigen Eigenschaften.

10. Die Schwerpunktkonzentration allein sagt jedoch nichts darüber aus, auf welche Spannweite der Stoffkonzentrationen sich die Gesamtabundanz des Taxons/der Taxagruppe verteilt, d. h. wie spezifisch sein bzw. ihr Vorkommen auf unterschiedliche Stoffkonzentrationen reagiert. Als **Maß für die Spezifität** eines Taxons für einen bestimmten Konzentrationsbereich bzw. für dessen synökologische Potenz/Toleranz gegenüber Gesamteisen wird daher ein **Spezifitäts-Index (S-Index)** berechnet. Dazu wird von der höchsten Indikatordezimalzahl aller Konzentrationsklassen des Taxons der Mittelwert aller Indikatordezimalzahlen abgezogen und das Ergebnis mit dem Quotienten aus Konzentrationsklassenzahl und Konzentrationsklassenzahl abzüglich 1 multipliziert. Der **S-Index erreicht so Werte zwischen 0 und 10**, wobei sich 0 ergibt, wenn für alle Konzentrationsklassen gleiche Indikatordezimalzahlen gegeben sind und somit einer völligen Indifferenz des Taxons gegenüber dem Stoff entspricht. Ein S-Indexwert von 10 ist dagegen nur dann gegeben, wenn das Taxon ausschließlich in einer Konzentrationsklasse vorkommt und daher hoch spezifisch für diesen Bereich ist.
11. **Stoffspezifische Typisierung der Makrozoobenthos-Taxa:** Um die Taxa hinsichtlich ihrer Konzentrationspräferenzen und -spezifitäten für einen Stoff zu charakterisieren und zu typisieren werden sowohl die Schwerpunktkonzentrationen aller Taxa (bei Gesamteisen: Klassen 1 bis 5) als auch die Spezifitäts-Indizes (Klassen A bis C) klassifiziert und die Werte der einzelnen Taxa diesen Klassen zugeordnet. Durch Hinzufügen eines „a“ oder eines „o“ an die Nummer der zugewiesenen Schwerpunktkonzentrationsklasse erfolgt eine Kennzeichnung zur Unterscheidung der Werte für anorganisch und organisch dominierte Gewässertypen. Aus der Kombination der SWP-Konzentrations-Klasse mit der Spezifitäts-Index-Klasse eines Taxons ergibt sich dessen Stoff-Typ (z. B.: Eisen-Typ „2aB“ = Taxon mit Schwerpunkt-vorkommen bei geringen Eisen-Konzentrationen in anorganisch dominierten Gewässertypen und mittlerer Spezifität). Vielen Makrozoobenthostaxa kann sowohl ein Gesamteisen-Typ für anorganisch als auch einer für organisch dominierte Gewässertypen zugewiesen werden, da sie in beiderlei Gewässertypen vorkommen und dort jeweils unterschiedliche Eisenpräferenzen und -spezifitäten aufweisen.

Berechnungsformeln

K Konzentrationsklasse

K' Hilfsvariable für die innere Summenbildung über alle Konzentrationsklassen

A_{ip_K} Abundanzklasse des i-ten Taxon in der Probe P der Konzentrationsklasse K

a_{iK} Mittelwert der Abundanzklassen (0 bis 7) des i-ten Taxon der Proben aus Konzentrationsklasse K

$$a_{iK} = \sum_{p_K=1}^{N_K} \frac{A_{ip_K}}{N_K}$$

\bar{a}_{iK} Indikatordezimalzahl des i-ten Taxon für Konzentrationsklasse K:

$$\bar{a}_{iK} = \frac{a_{iK}}{\sum_{K'=1}^n a_{iK'}} \times 10$$

\bar{a}'_{iK} Relative prozentuale Abundanz des i-ten Taxon für Konzentrationsklasse K:

$\bar{a}'_{iK} = \bar{a}_{iK} \times 10$ oder:

$$\bar{a}'_{iK} = \frac{a_{iK}}{\sum_{K'=1}^n a_{iK'}} \times 100$$

Z_K Ziffer der Konzentrationsklasse Z_K

ap_{iK} Produkt aus der Indikatordezimalzahl des i-ten Taxon für Konzentrationsklasse K und der Ziffer der Konzentrationsklasse Z_K :

$$ap_{iK} = \bar{a}_{iK} \times Z_K$$

$I(Fe_{ges})_i$ Gesamteisen-Index des i-ten Taxon:

oder



n Anzahl aller Konzentrationsklassen

$S (Fe_{ges})_i$ Gesamteisen-Spezifitätsindex des i-ten Taxon:

$$S (Fe_{ges})_i = \frac{n}{n-1} \times (\max(\bar{a}_{iK}) - \sum_{K=1}^n \frac{\bar{a}_{iK}}{n})$$

Zur besseren Nachvollziehbarkeit der gewählten Methodik wird diese in der folgenden Tabelle 4-4 noch einmal anhand eines fiktiven Taxons in anorganisch dominierten Gewässertypen in allen Einzelschritten detailliert dargestellt.

Tabelle 4-4: Berechnung der Indexwerte und relativen Abundanzen dargestellt anhand eines fiktiven Taxon1 für 7 Gesamteisen-Konzentrationsklassen in anorganisch dominierten Gewässertypen

Schritt-Nr.	Bezeichnung	Klassen / Werte / Exponentialfunktion																												Summen	
0	Fe _{ges} -Konzentrationsklassenziffern [1-6] für anorganisch dominierte Gewässertypen	1	2	3	4	5	6	7																					28		
0	Untergrenzen der Fe _{ges} -Konzentrationsklassen [mg/l] für anorganisch dominierte Gewässertypen	-	0,08	0,15	0,31	0,62	1,23	4,92																					-		
0	Obergrenzen der Fe _{ges} -Konzentrationsklassen [mg/l] für anorganisch dominierte Gewässertypen	0,08	0,15	0,31	0,62	1,23	4,92	-																					-		
1	Extrapolierte Untergrenze der niedrigsten Fe _{ges} -Konzentrationsklasse [mg/l] für anorganisch dominierte Gewässertypen mittels folgender Exponentialfunktion: $0,0138 \cdot e^{0,7922 \cdot \text{Konzentrationsklassenziffer } 1}$	0,03	-	-	-	-	-	-																					-		
1	Extrapolierte Obergrenze der höchsten Fe _{ges} -Konzentrationsklasse [mg/l] für anorganisch dominierte Gewässertypen mittels folgender Exponentialfunktion: $0,0306 \cdot e^{0,792 \cdot \text{Konzentrationsklassenziffer } 7}$	-	-	-	-	-	-	-	7,82																				-		
1	Mittelwerte der Fe _{ges} -Konzentrationsklassen [mg/l] für anorganisch dominierte Gewässertypen (arithmetische Mittelwerte aus Unter- und Obergrenzen der Konzentrationsklassen)	0,05	0,12	0,23	0,46	0,92	3,08	6,37																					-		
2	Exponentialfunktion der Mittelwerte der Fe _{ges} -Konzentrationsklassen [mg/l] für anorganisch dominierte Gewässertypen	$0,022 \cdot e^{0,7956 \cdot \text{Konzentrationsklassenziffer}}$																											-		
3	Probennummer	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	29
4	Abundanz des Taxon1 pro Probe [Abundanzklassen zwischen 0 und 7]	3	4	0	2	1	3	0	2	3	0	3	4	5	4	1	5	0	1	4	3	7	0	5	2	2	1	0	1	0	66
5	Mittelwerte der Abundanzklassen [0-7] des Taxon1 pro Fe _{ges} -Konzentrationsklasse	1,86	2,70							3,75	2,33	1,50	0,50	0,00																12,64	
6	Indikatordezimalzahlen: Relative Abundanz (v.10) des Taxon1 pro Fe _{ges} -Konzentrationsklasse bezogen auf die Summe der Mittelwerte der Abundanzklassen [0-7] aller Fe _{ges} -Konzentrationsklassen	1,47	2,14							2,97	1,85	1,19	0,40	0,00																10	
7	Relative prozentuale Abundanz [%] des Taxon1 pro Fe _{ges} -Konzentrationsklasse (Indikatordezimalzahlen * 10)	14,7	21,4							29,7	18,5	11,9	4,0	0,0																100	
8	Produkte aus den einzelnen Indikatordezimalzahlen des Taxon1 und den jeweiligen Fe _{ges} -Konzentrationsklassenziffern	1,47	4,27							8,90	7,38	5,93	2,37	0,00																30,33	
8	Fe _{ges} -Index des Taxon1: Summe der Produkte aus den einzelnen Indikatordezimalzahlen des Taxon1 und den jeweiligen Fe _{ges} -Konzentrationsklassen geteilt durch 10	3,03																													
9	Fe _{ges} -Schwerpunktkonzentration (SWP-K) [mg/l] des Taxon1: mittels Exponentialfunktion der Mittelwerte der Fe _{ges} -Konzentrationsklassen in Anwendung auf den Fe _{ges} -Index: $0,022 \cdot e^{0,7956 \cdot \text{Fe}_{ges}\text{-Index}}$	0,25																													
10	Fe _{ges} -Spezifitäts-Index des Taxon1 (S-Index): Klassenzahl / (Klassenzahl - 1) * (maximale Indikatordezimalzahl des Taxon1 - Mittelwert aller Indikatordezimalzahlen des Taxon1)	1,79																													
11	Fe _{ges} -Schwerpunktkonzentrationsklassen (SWP-K-Klassen) für anorganisch dominierten Gewässertypen [mg/l]: Klassifikation der SWP-K aller Taxa	(KI 1a) < 0,10; (KI 2a) 0,10 bis < 0,17; (KI 3a) 0,17 bis < 0,35; (KI 4a) 0,35 bis < 0,60; (KI 5a) >= 0,60																													
11	Zuordnung des Taxon1 zu einer der Fe _{ges} -SWP-K-Klassen für anorganisch dominierte Gewässertypen	3a																													
11	Fe _{ges} -Spezifitäts-Index-Klassen (S-Index-Klassen): Klassifikation des Sp-Index	(KI A) > 5 bis 10; (KI B) > 1 bis 5; (KI C) > 0 bis 1																													
11	Zuordnung des Taxon1 zu einer der Fe _{ges} -S-Index-Klassen	B																													
11	Fe _{ges} -Typ des Taxon1 für anorganisch dominierte Gewässertypen: Kombination aus SWP-K-Klasse und S-Index-Klasse	3aB																													

Die Tabelle 4-5 beschreibt die Gesamteisen-Konzentrationsklassen anorganisch dominierter Gewässertypen.

Tabelle 4-5: Gesamteisen-Konzentrationsklassen in anorganisch dominierten Gewässertypen; die roten Klassengrenzen wurden mittels der Exponentialfunktionen für die Unter- und Obergrenzen der Konzentrationsklassen extrapoliert

Fe _{ges} -Konzentration [mg/l]			
Klassen-Nr.	von	bis <	Mittelwerte
1	0,030	0,077	0,0537
2	0,077	0,154	0,1155
3	0,154	0,308	0,2310
4	0,308	0,615	0,4615
5	0,615	1,231	0,9230
6	1,231	4,923	3,0770
7	4,923	7,819	6,3710

Die zur Festlegung der Unter- und Obergrenzen der obersten und untersten Konzentrationsklassen in anorganisch dominierten Gewässertypen verwendeten Exponential-funktionen sind:

$$\text{Untergrenze der Konzentrationsklasse 1 [mg/l]} = 0,0138 * e^{0,7922 * \text{Konzentrationsklassenziffer 1}}$$

$$\text{Obergrenze der Konzentrationsklasse 7 [mg/l]} = 0,0306 * e^{0,792 * \text{Konzentrationsklassenziffer 7}}$$

Die Mittelwerte der Konzentrationsklassen lassen sich mit folgender Exponential-funktion beschreiben:

$$\text{Konzentrationsklassen-Mittelwerte [mg/l]} = 0,022 * e^{0,7956 * \text{Konzentrationsklassenziffer}}$$

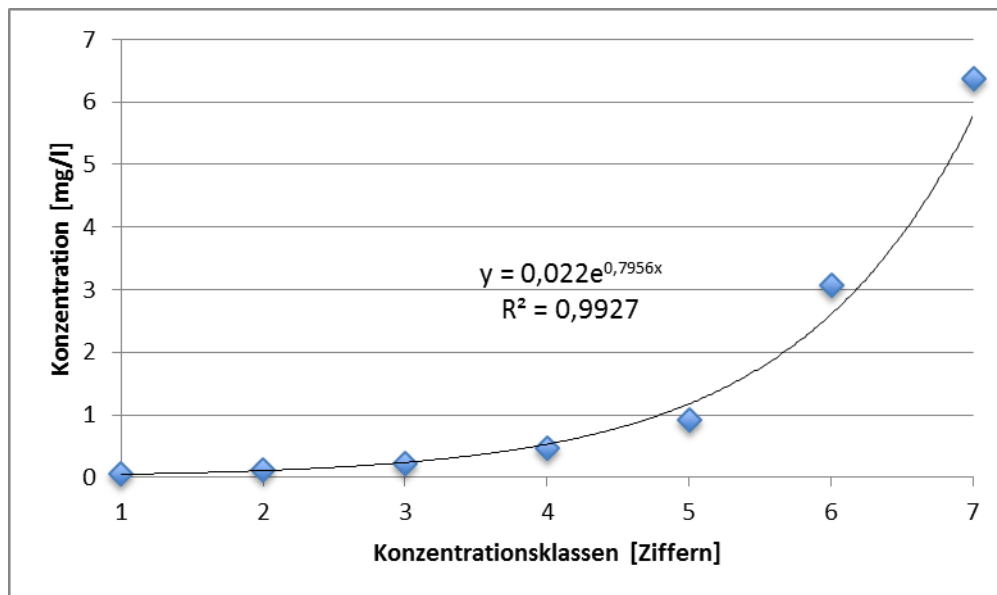


Abbildung 4-5: Mittelwerte der Gesamteisen-Konzentrationsklassen anorganisch dominierter Gewässertypen

Zur Berechnung der Schwerpunktkonzentration (SWP-K) eines Taxons für Gesamteisen in anorganisch dominierten Gewässertypen wird diese Funktion mit dem Gesamteisen-Index des Taxons anstelle der Konzentrationsklassennummer verwendet:

$$Fe_{ges}\text{-SWP-K [mg/l]} = 0,022 * e^{0,7956 * Fe_{ges}\text{-Index}}$$

In entsprechender Weise werden auch die Auswertungen für die Makrozoobenthos-taxa mit Vorkommen in organisch dominierten Gewässertypen vorgenommen. Unterschiede bestehen lediglich bei den konkreten Werten der verschiedenen Klassen-bildungen und Exponentialfunktionen. Diese werden in den folgenden Tabellen und Abbildungen aufgeführt.

Die Tabelle 4-6 enthält die Gesamteisen-Konzentrationsklassen organisch dominierter Gewässertypen.

Tabelle 4-6: Gesamteisen-Konzentrationsklassen in organisch dominierten Gewässertypen

SO ₄ -Konzentration [mg/l]			
Klassen-Nr.	von	bis <	Mittelwerte
1	0,081	0,231	0,1468
2	0,231	0,426	0,3195
3	0,426	0,853	0,6395
4	0,853	1,706	1,2795
5	1,706	6,822	4,2640
6	6,822	11,889	9,3553

Die roten Klassengrenzen wurden mittels der Exponentialfunktionen für die Unter- und Obergrenzen der Konzentrationsklassen extrapoliert.

Die zur Festlegung der Unter- und Obergrenzen der obersten und untersten Konzentrationsklassen in organisch dominierten Gewässertypen verwendeten Exponentialfunktionen sind:

$$\text{Untergrenze der Konzentrationsklasse 1 [mg/l]} = 0,0351 * e^{0,8321 * \text{Konzentrationsklassenziffer 1}}$$

$$\text{Obergrenze der Konzentrationsklasse 6 [mg/l]} = 0,0807 * e^{0,8321 * \text{Konzentrationsklassenziffer 6}}$$

Die Mittelwerte der Konzentrationsklassen lassen sich mit folgender Exponentialfunktion beschreiben:

$$\text{Konzentrationsklassen-Mittelwerte [mg/l]} = 0,0577 * e^{0,8354 * \text{Konzentrationsklassenziffer}}$$

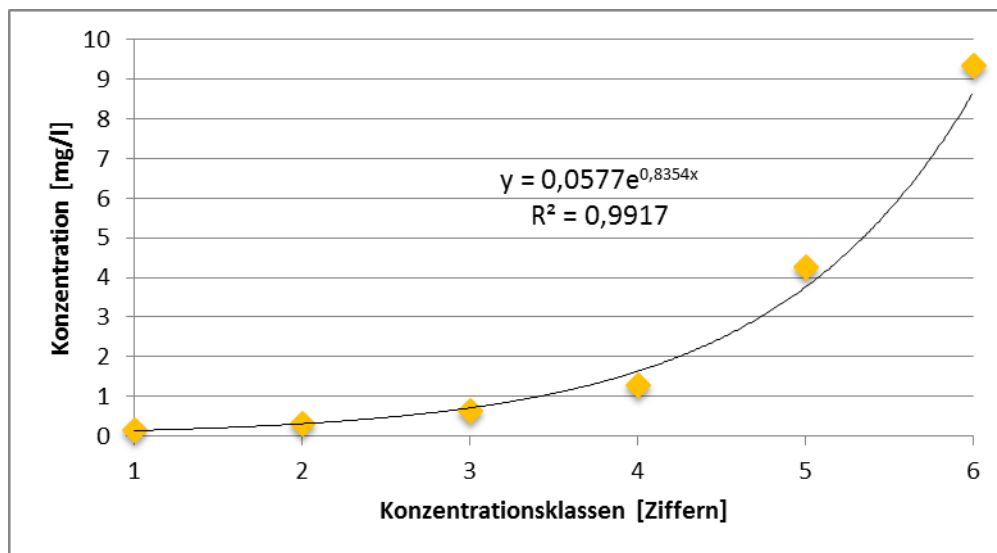


Abbildung 4-6: Mittelwerte der Fe_{ges} -Konzentrationsklassen organisch dominierter Gewässertypen

Zur Berechnung der Schwerpunktkonzentration (SWP-K) eines Taxons für Gesamteisen in organisch dominierten Gewässertypen wird diese Funktion mit dem Gesamteisen-Index des Taxons anstelle der Konzentrationsklassennummer verwendet:

$$Fe_{ges}\text{-SWP-K [mg/l]} = 0,0577 * e^{0,8354 * Fe_{ges}\text{-Index}}$$

Die nachfolgenden Tabelle 4-7 und Tabelle 4-8 enthalten die auf Basis aller ausgewerteten Makrozoobenthostaxa anorganisch und organisch dominierter Gewässertypen für die jeweiligen Gesamteisen-Schwerpunktkonzentrationen der Taxa gewählten Klassengrenzen.

Tabelle 4-7: 5 Klassifikation der Gesamteisen-Schwerpunktkonzentrationen der Taxa anorganisch dominierter Gewässertypen

Fe _{ges} -SWP-K-Klassen anorganisch dominierter Gewässertypen		SWP-K [mg/l]	
		von	bis
1	sehr gering	-	< 0,195
2	gering	0,195	< 0,255
3	mittel	0,255	< 0,350
4	hoch	0,350	< 0,600
5	sehr hoch	>= 0,600	-

Tabelle 4-8: 5 Klassifikation der Gesamteisen-Schwerpunktkonzentrationen der Taxa organisch dominierten Gewässertypen

Fe _{ges} -SWP-K-Klassen organisch dominierter Gewässertypen		SWP-K [mg/l]	
		von	bis
1	sehr gering	-	< 0,350
2	gering	0,350	< 0,470
3	mittel	0,470	< 0,600
4	hoch	0,600	< 1,000
5	sehr hoch	>= 1,000	-

Der Spezifitäts-Index der Taxa wird unabhängig vom Vorkommen in anorganisch und organisch dominierten Gewässertypen gemäß folgender Tabelle 4-9 in drei Klassen eingeteilt.

Tabelle 4-9: 5 Klassifikation des Spezifitäts-Index (S-Index) der Taxa

Klassen des Spezifitäts-Index		Index	
		von	bis
A	hoch spezifisch	> 5	10
B	mittel spezifisch	> 1	5
C	wenig spezifisch	>0	1

Taxa, die tatsächlich einen S-Index von 0 aufweisen, d. h. vollkommen Eisen-indifferent sind, kommen im ausgewerteten Datensatz nicht vor.

Aus den Kombinationsmöglichkeiten zwischen den 5 SWP-K-Klassen und den 3 S-Index-Klassen können somit theoretisch 15 verschiedene Gesamteisen-Typen den einzelnen Taxa sowohl für anorganisch als auch organisch dominierte Gewässertypen zugeordnet werden (1A bis 5C). Ein Taxon kann z. B. folgenden Gesamteisen-Typen zugeordnet sein: „2aB“ und „3oC“. Das Taxon präferiert demnach in anorganisch dominierten Gewässertypen geringe Gesamteisenkonzentrationen mit mittlerer Spezifität, während es in organisch dominierten

Gewässertypen seinen Verbreitungsschwerpunkt bei deutlich höheren Gesamteisen-Konzentrationen hat, für diese jedoch nur eine geringe Spezifität aufweist, d. h. auch bei deutlich höheren und niedrigeren Gesamteisen-Konzentrationen verbreitet ist.

4.4 Auswertungsergebnisse für den Gesamtdatensatz

Da sich bei den im Projekt durchgeführten Analysen zur Ermittlung der taxaspezifischen Präferenzspektren des Makrozoobenthos keine signifikanten Unterschiede zwischen silikatischen und karbonatischen Gewässertypen (wie für die sog. „Salzionen“ nachweisbar) zeigten, dagegen aber stark abweichende Ergebnisse für organisch und anorganisch dominierte Gewässertypen abzuleiten waren, wurden alle weiteren Auswertungen für diese beiden Gruppen jeweils gesondert vorgenommen.

In Abbildung 4-7 ist die relative Abundanz (bezogen auf die Gesamtabundanz) aller Taxa anorganisch dominierter Gewässertypen gegen die Gesamteisen-Konzentration aufgetragen. Die mittlere Schwerpunktkonzentration (Konzentration oberhalb und unterhalb derer die relativen Abundanzsummen gleich hoch sind) liegt bei 0,35 mg/l Gesamteisen. Die Kurve beginnt bereits mit ihrem Maximum bei ca. 22 % der relativen prozentualen Abundanz im Bereich der ersten Konzentrationsklasse (d.h. < 0,08 mg/l), fällt dann steil ab und wird im weiteren Verlauf etwas flacher. In der vierten Konzentrationsklasse (d.h. zwischen 0,308 und 0,615 mg/l Gesamteisen) ist bereits das Minimum der relativen Abundanz von 8 bis 9 % erreicht, dass sich im weiteren Verlauf, d.h. bei den Konzentrationsklassen 5 und 6 nicht mehr signifikant verändert. Somit liegt die Summe der relativen prozentualen Abundanzanteile aller Makrozoobenthos-Taxa bereits unter 30 %, wenn die Gesamteisenkonzentration über 0,62 mg/l steigt.

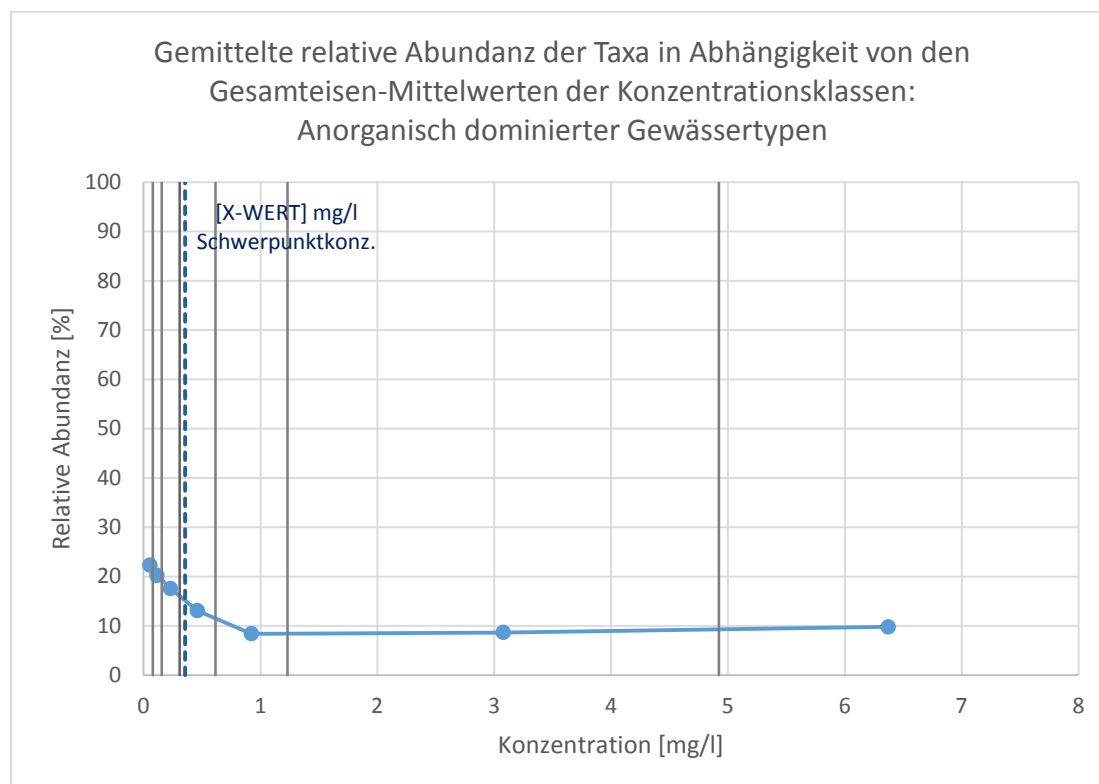


Abbildung 4-7: Mittlere relative Abundanz aller ausgewerteter 1.081 Taxa anorganisch dominierter Gewässertypen gegen die Gesamteisen-Konzentration

Die über eine blaue Linie verbundenen Punkte markieren die relativen Abundanzen der mittleren Konzentrationen von insgesamt 7 Konzentrationsklassen, deren Klassengrenzen als graue Senkrechte dargestellt sind; die gestrichelte Senkrechte markiert die

Schwerpunktkonzentration (SWP-K).

Die entsprechende Diagrammdarstellung für alle Taxa der organisch dominierten Gewässertypen findet sich in Abbildung 4-8. Sie weisen eine im Vergleich zu den Taxa der anorganisch dominierten Gewässertypen annähernd doppelt so hohe mittlere Schwerpunktkonzentration in der Größenordnung von 66 mg/l Gesamteisen auf. Auch hier beginnt die Kurve mit den höchsten relativen Abundanzwerten bei der niedrigsten Konzentrationsklasse. Der Kurvenverlauf zeigt die stärkste Abnahme der relativen Abundanz zwischen den Konzentrationsklassen 1 und 2 und 2 und 3 (d.h. < 0,85 mg/l Gesamteisen), um anschließend kontinuierlich weiter, aber deutlich flacher bis zu ihrem Minimum bei der höchsten Konzentrationsklasse 6 (> 6,82 mg/l Gesamteisen) abzufallen. Bei Gesamteisen-Konzentrationen oberhalb von 0,85 liegen die aufsummierten relativen Abundanzen der Makrozoobenthos-Taxa noch etwas oberhalb der 30 %-Marke.

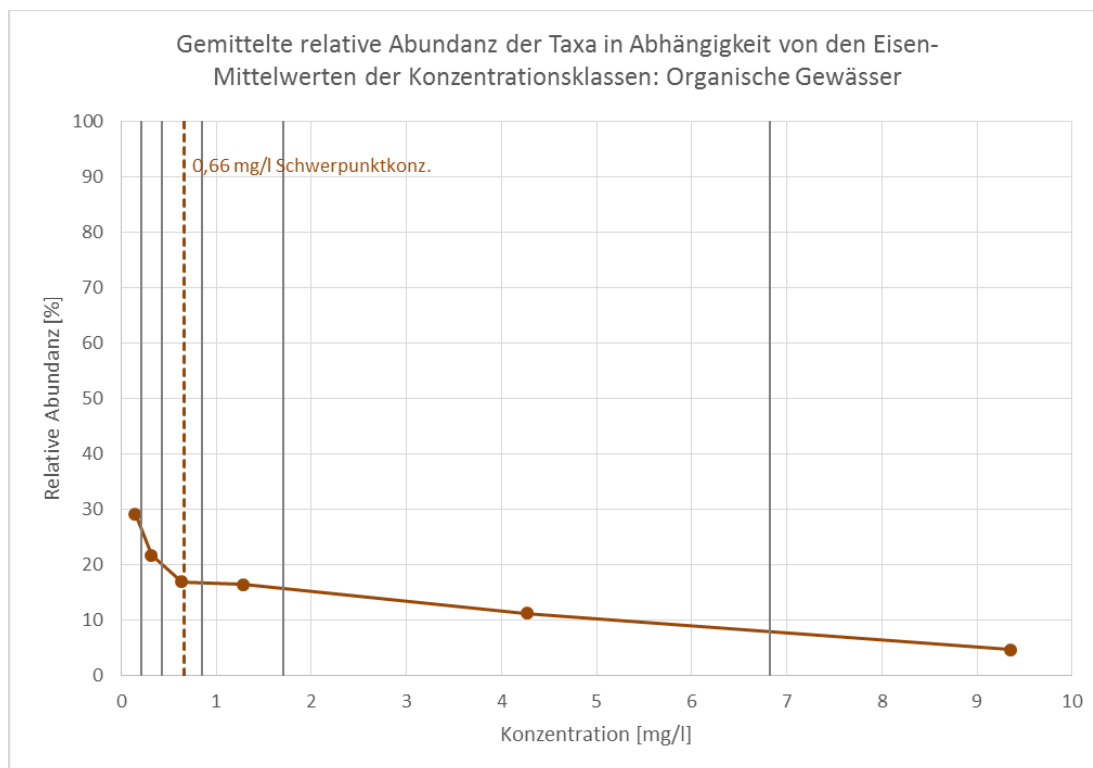


Abbildung 4-8: Mittlere relative Abundanz aller ausgewerteter 897 Taxa organisch dominierter Gewässertypen gegen die Gesamteisen-Konzentration

Die über eine braune Linie verbundenen Punkte markieren die relativen Abundanzen der mittleren Konzentrationen von insgesamt 6 Konzentrationsklassen, deren Klassengrenzen als graue Senkrechte dargestellt sind; die gestrichelte Senkrechte markiert die Schwerpunktkonzentration (SWP-K).

Beiden Kurvenverläufen ist gemein, dass die niedrigste Konzentrationsklasse bereits die höchsten relativen Abundanzwerte aufweist und der Kurvenverlauf beginnend mit einem steilen Abfall im Niedrigkonzentrationsbereich bis zu den höchsten Gesamteisenkonzentrationen sukzessive verflacht, ohne dass ein Zwischenmaximum auftritt.

Dabei ist die fast doppelt so hohe Gesamteisen-Schwerpunktkonzentration des Makrozoobenthos in organisch dominierten Gewässertypen ein Indiz für die hier in Folge der Eisen-Komplexierung durch Huminsäuren verringerte Bioverfügbarkeit des Eisens.

Wie sich die Gesamteisen-Schwerpunktkonzentrationen der ausgewerteten Taxa

und ihre Spezifitätsindexwerte zwischen 0 und 10^5 bei den anorganisch und den organisch dominierten Gewässertypen darstellen, ist in Abbildung 4-9 und Abbildung 4-10 dargestellt. Auf Grundlage dieser Diagramme wurden die Klassengrenzen für die Schwerpunktkonzentrationen festgelegt. Eine Klassengrenze wurde jeweils dorthin gelegt, wo die nach zunehmender Größe der SWP-Konzentration sortierten Werte erkennbare Sprünge aufweisen. Dazu wurde die Zahl von 5 Klassen pauschal festgesetzt.

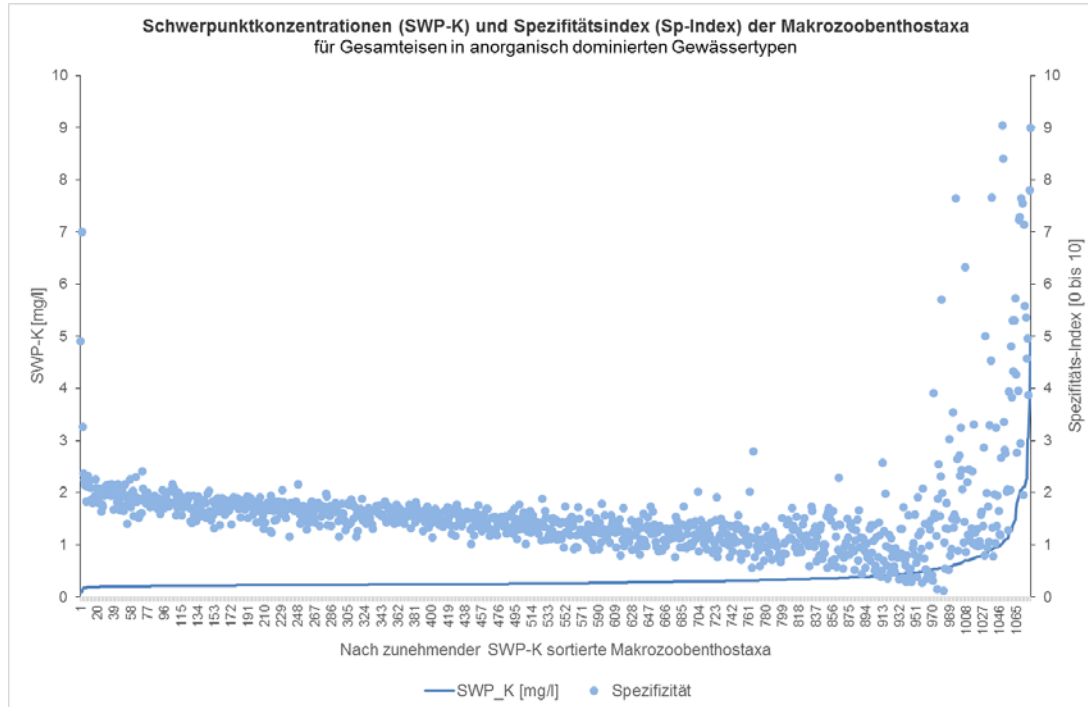


Abbildung 4-9: Schwerpunktkonzentration (SWP-K) und Spezifitätsindexwerte der ausgewerteten Makrozoobenthostaxa für Gesamteisen in anorganisch dominierten Gewässertypen

In Abbildung 4-9 stellt die blaue Linie die gemäß der linken Y-Achse ablesbaren Schwerpunktkonzentrationen aller nach zunehmender SWP-Konzentration sortierten Makrozoobenthostaxa (X-Achse) in anorganisch dominierten Gewässertypen dar. Die blauen Punkte entsprechen den Spezifitätsindexwerten (rechte Y-Achse) aller nach zunehmender SWP-Konzentration sortierten Makrozoobenthostaxa (X-Achse).

⁵ 0 = Taxon kommt in allen Konzentrationsklassen gleich häufig vor, 10 = Taxon kommt ausschließlich in einer der Konzentrationsklassen vor

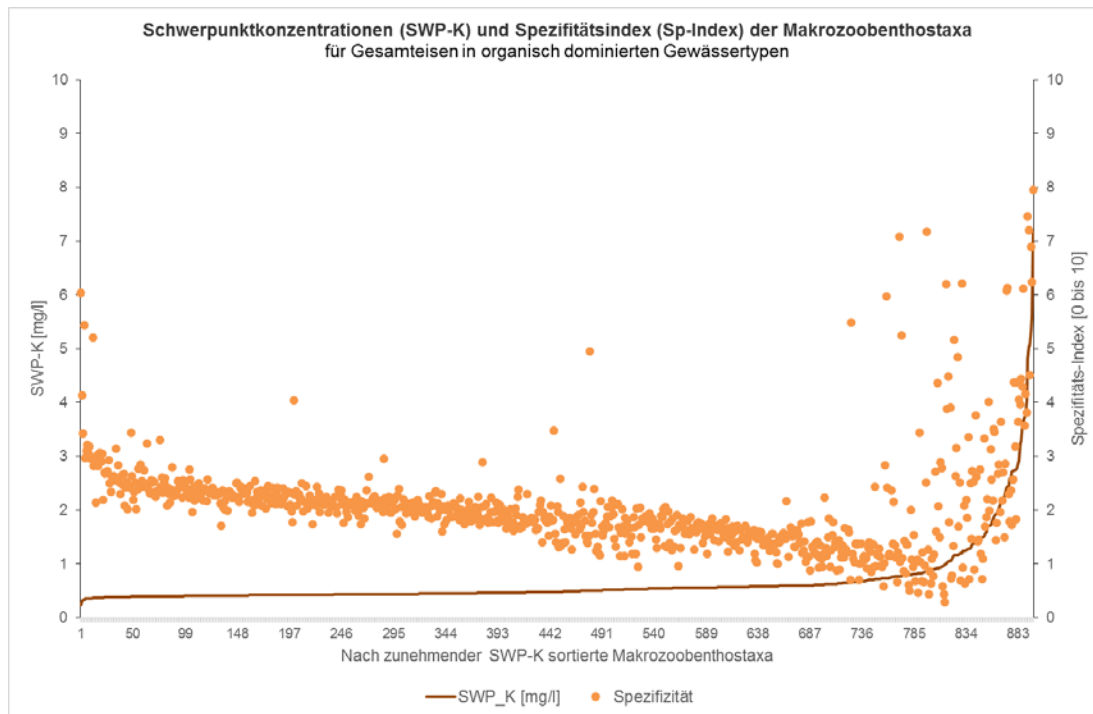


Abbildung 4-10: Schwerpunktkonzentration (SWP-K) und Spezifitätsindexwerte der ausgewerteten Makrozoobenthostaxa für Gesamteisen in organisch dominierten Gewässertypen

Abbildung 4-10 enthält eine entsprechende Darstellung für die organisch dominierten Gewässertypen. Auch hier stellt die Linie die gemäß der linken Y-Achse ablesbaren Schwerpunktkonzentrationen aller nach zunehmender SWP-K sortierten Makrozoobenthostaxa (X-Achse) dar. Die braunen Punkte entsprechen den Spezifitätsindexwerten (rechte Y-Achse: 0 bis 10) aller nach zunehmender SWP-K sortierten Makrozoobenthostaxa (X-Achse) in organisch dominierten Gewässertypen.

Abbildung 4-9 und Abbildung 4-10 zeigen, dass sich das Makrozoobenthos in Bezug auf Gesamteisen vorrangig durch die unterschiedliche Höhe der Schwerpunktkonzentrationen unterscheidet. Dabei weisen die meisten Taxa beider Gruppen eine mittlere Spezifität auf. Sie erreicht sowohl in anorganisch dominierten, wie auch in organisch dominierten Gewässertypen vor allem bei den sehr hohen Gesamteisenkonzentrationen die höchsten Werte, nimmt ansonsten aber mit zunehmender SWP-K kontinuierlich ab.

Diese Ergebnisse bestätigen die Hypothese, dass die graduellen Unterschiede in der biozönotischen Antwort des Makrozoobenthos auf Gesamteisen zwischen anorganisch und organisch dominierten Gewässertypen überwiegend auf die durch Huminsäurekomplexierung in organisch dominierten Gewässertypen verminderte Bioverfügbarkeit des Gesamteisens zurückzuführen ist.

Tabelle 4-10 und Tabelle 4-11 stellen die absoluten Anzahlen der ausgewerteten Taxa pro Kombination aus SWP-K- und Spezifitäts-Index-Klasse (Gesamteisen-Typen) in anorganisch und organisch dominierten Gewässertypen dar.

Tabelle 4-10: Taxazahlen der Gesamteisen-Typen in anorganisch dominierten Gewässertypen

			Fe _{Ges} -SWP-K-Klassen anorganisch dominierter Gewässertypen				
			1a	2a	3a	4a	5a
			< 0,195 mg/l	0,195 bis < 0,255 mg/l	0,255 bis < 0,350 mg/l	0,350 bis < 0,600 mg/l	>= 0,600 mg/l
Spezifität	A	hoch spezifisch	1 Taxa	0 Taxa	0 Taxa	1 Taxa	17 Taxa
	B	mittel spezifisch	16 Taxa	504 Taxa	246 Taxa	71 Taxa	64 Taxa
	C	wenig spezifisch	0 Taxa	0 Taxa	69 Taxa	84 Taxa	8 Taxa

Tabelle 4-11: Taxazahlen der Gesamteisen-Typen in organisch dominierten Gewässertypen

Spezifität		Fe _{ges} -SWP-K-Klassen in organisch dominierten Gewässertypen				
		1o	2o	3o	4o	5o
		< 0,35 mg/l	0,35 bis < 0,47 mg/l	0,47 bis < 0,60 mg/l	0,60 bis < 1,00 mg/l	>= 1,00 mg/l
A	hoch spezifisch	2 Taxa	1 Taxa	0 Taxa	6 Taxa	10 Taxa
B	mittel spezifisch	3 Taxa	418 Taxa	259 Taxa	89 Taxa	64 Taxa
C	wenig spezifisch	0 Taxa	0 Taxa	4 Taxa	33 Taxa	8 Taxa

In Abbildung 4-11 und Abbildung 4-12 sind die Werte der vorangegangenen Tabellen noch einmal in prozentualer Form als Säulendiagramme dargestellt.

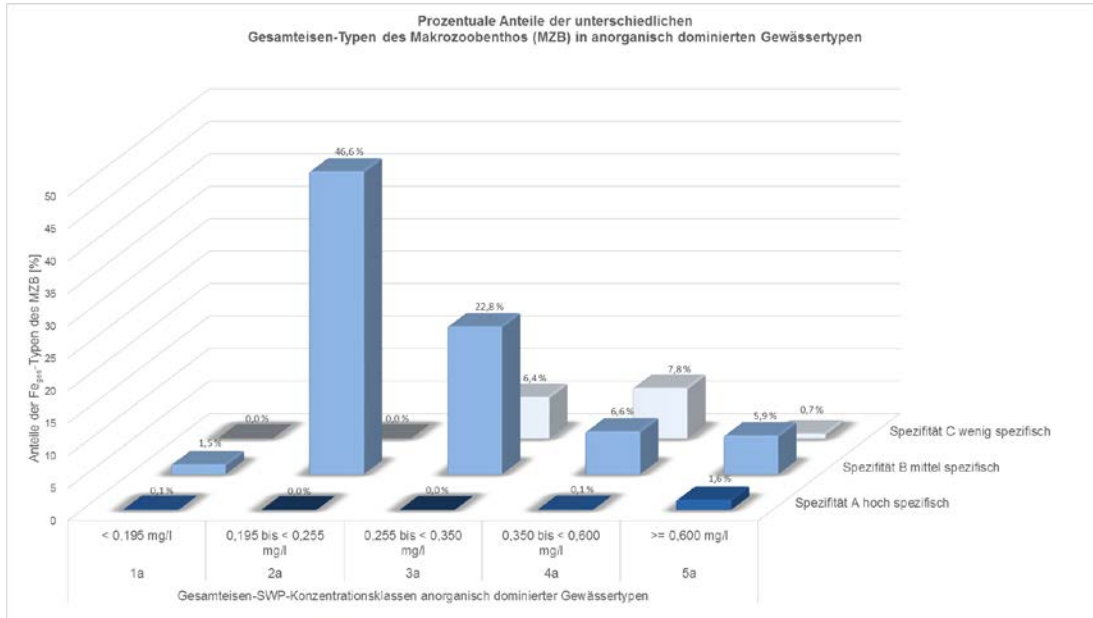


Abbildung 4-11: Prozentuale Anteile der Gesamteisen-Typen des Makrozoobenthos in anorganisch dominierten Gewässertypen

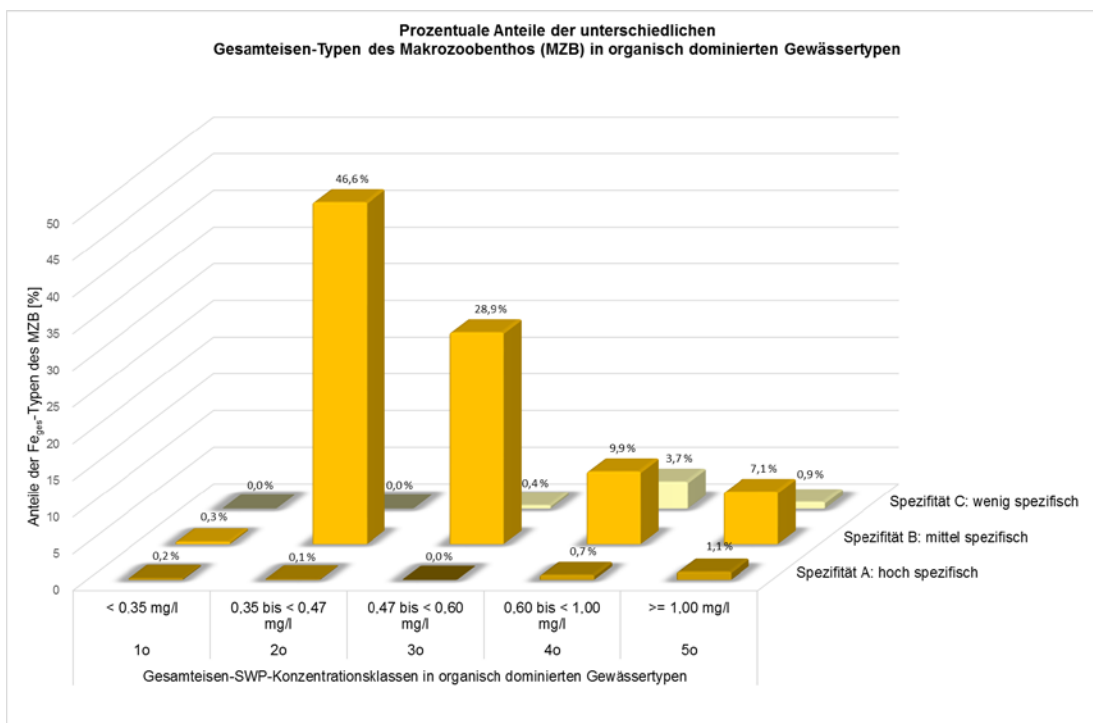


Abbildung 4-12: Prozentuale Anteile der Gesamteisen-Typen des Makrozoobenthos in organisch dominierten Gewässertypen

Für die Vergleiche zwischen beiden Gruppen sei an dieser Stelle ausdrücklich auf die unterschiedlichen SWP-K-Klassengrenzen hingewiesen, die dazu führen, dass dieselbe SWP-K-Klasse in anorganisch dominierten Gewässertypen deutlich geringeren Schwerpunktkonzentrationen als in organisch dominierten Gewässertypen entspricht!

4.5 Auswertungsergebnisse nach taxonomischen Gruppen

4.5.1 Die Taxagruppen im Überblick

Einen Überblick über die Größenordnungen der mittleren Gesamteisen-Schwerpunktkonzentrationen der taxonomischen Gruppen des Makrozoobenthos und deren Reihung in anorganisch und in organisch dominierten Gewässertypen geben die nachfolgend Abbildung 4-13 und Abbildung 4-14.

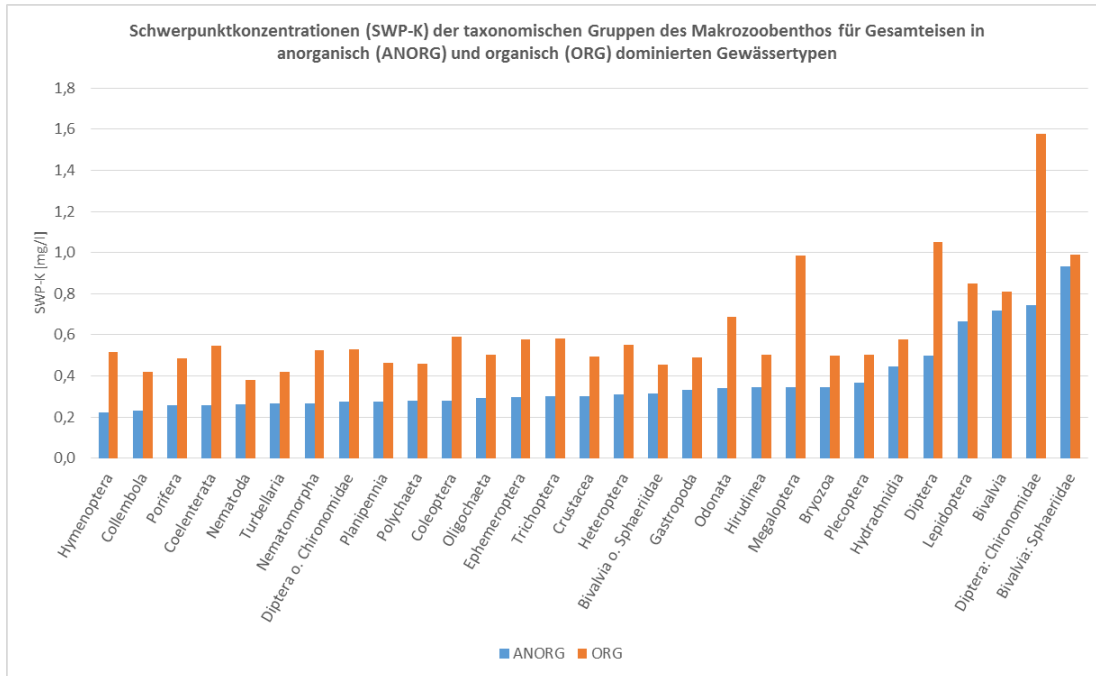


Abbildung 4-13: Mittlere Gesamteisen-Schwerpunktkonzentrationen (SWP-K) der wichtigsten taxonomischen Gruppen des Makrozoobenthos in anorganisch (ANORG) und organisch dominierten (ORG) Gewässertypen, sortiert nach den SWP-K in anorganisch dominierten Gewässertypen

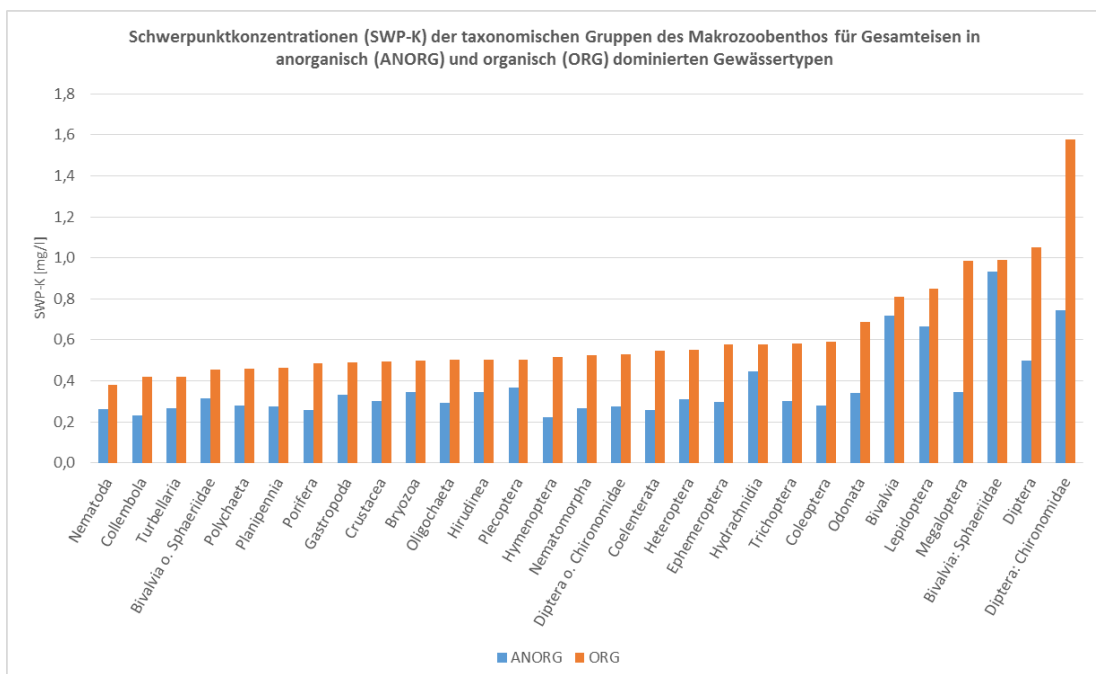


Abbildung 4-14: Mittlere Gesamteisen-Schwerpunktkonzentrationen (SWP-K) der wichtigsten taxonomischen Gruppen des Makrozoobenthos in anorganisch (ANORG) und organisch dominierten (ORG) Gewässertypen, sortiert nach den SWP-K in organisch dominierten Gewässertypen

Die in Abbildung 4-13 und Abbildung 4-14 zusammengestellten Ergebnisse der mittleren Gesamteisen-Schwerpunktkonzentrationen für die unterschiedlichen taxonomischen Gruppen des Makrozoobenthos zeigen durchgehend höhere gemittelte Gesamteisen-Schwerpunktkonzentrationen in den organisch dominierten Gewässertypen. Da die Differenzen bei jeder taxonomischen Gruppe jedoch nicht gleich groß sind, unterscheiden sich die Rangplätze in den anorganisch und den organisch dominierten Gewässertypen.

Abgesehen davon, zeigt sich jedoch, dass die meisten taxonomischen Gruppen relativ ähnliche Schwerpunktkonzentrationen aufweisen und lediglich vier taxonomische Gruppen durch auffällig hohe Werte gekennzeichnet sind. Es handelt sich neben den Megaloptera (Schlammfliegen) und Lepidoptera (Schmetterlinge), die beide nur wenige Arten umfassenden, um die Diptera (Zweiflügler) und die Bivalvia (Muscheln). Wie den nachfolgend dargestellten Auswertungsergebnissen zu entnehmen ist, erweisen sich die beiden letzteren bei einer weiteren taxonomischen Aufgliederung in Untergruppen jedoch als sehr inhomogen hinsichtlich ihrer jeweiligen Gesamteisenpräferenzen.

4.5.2 Die Taxagruppen im Einzelnen

Nachfolgend sind für die wichtigsten taxonomischen Hauptgruppen jeweils Diagramme der gemittelten relativen Abundanzen der Makrozoobenthostaxa aus anorganisch und aus organisch dominierten Gewässertypen in Abhängigkeit von den Gesamteisen-Mittelwerten der Konzentrationsklassen dargestellt. Ergänzend dazu dienen Säulendiagramme der prozentualen Anteile der unterschiedlichen Gesamteisen-Typen des Makrozoobenthos aus anorganisch sowie aus organisch dominierten Gewässertypen, einer Veranschaulichung der Verteilung der Einzelarten der jeweiligen Taxagruppen auf unterschiedliche Gesamteisen-Schwerpunktkonzentrationen und -Spezifitäten. Die Darstellungen verdeutlichen, wie homogen oder heterogen die jeweilige taxonomische Gruppe im Hinblick auf ihre Präferenzkonzentrationen für Gesamteisen ist.

Die beiden Gruppen Diptera (Zweiflügler) und Bivalvia (Muscheln) werden zusätzlich in Untergruppen (Familien bzw. Unterfamilien) aufgeteilt.

Die Reihenfolge der nachfolgend dargestellten Ergebnisse zu den taxonomischen Gruppen folgt der Rangfolge der für anorganische und organische Gewässertypen gemittelten Gesamteisen-Schwerpunktkonzentrationen, d.h. von Eisen meidend bis Eisen tolerierend oder sogar präferierend.

Turbellaria (Strudelwürmer)

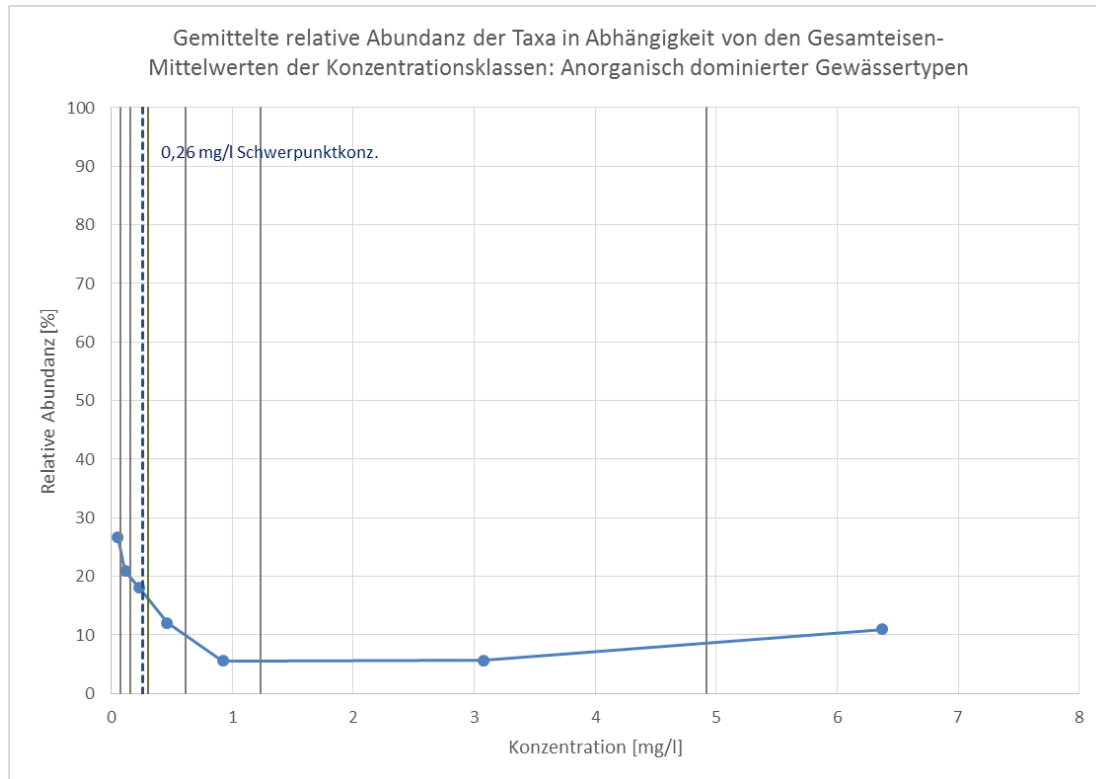


Abbildung 4-15: Mittlere relative Abundanz von 15 ausgewerteten Turbellaria-Taxa anorganisch dominierter Gewässertypen gegen die Gesamteisenkonzentration; die über eine blaue Linie verbundenen Punkte markieren die relativen Abundanzen der mittleren Konzentrationen von insgesamt 7 Konzentrationsklassen, deren Klassengrenzen als graue Senkrechte dargestellt sind; die gestrichelte Senkrechte markiert die Schwerpunktkonzentration (SWP-K)

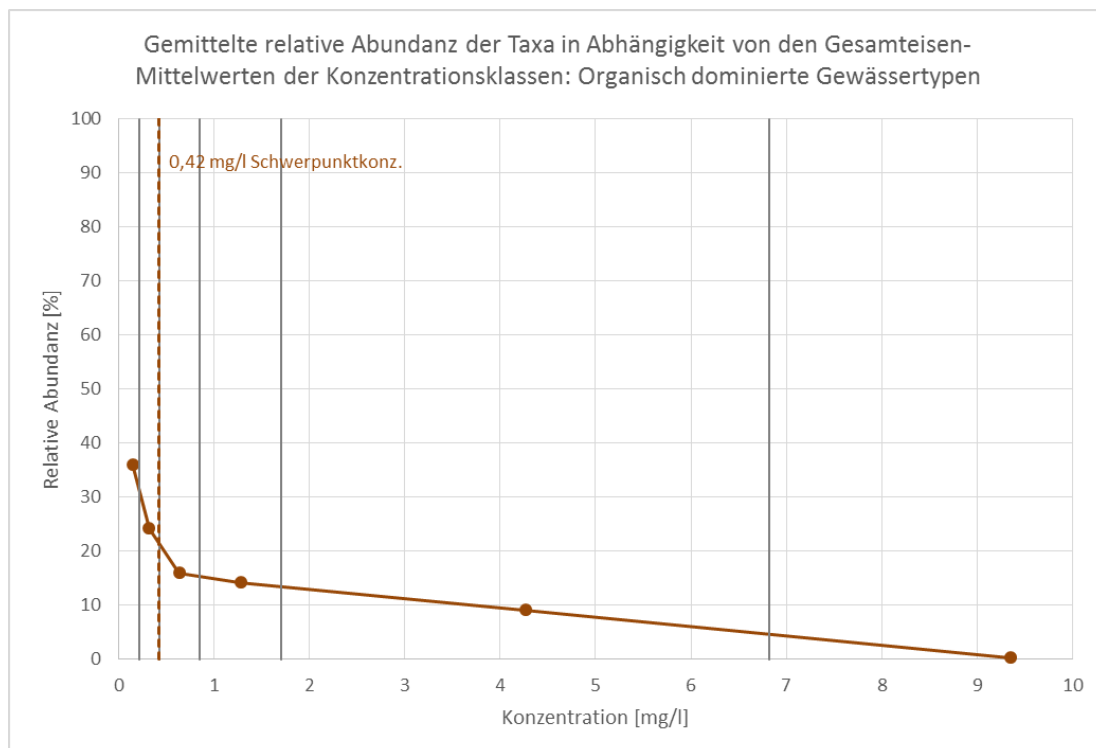


Abbildung 4-16: Mittlere relative Abundanz von 15 ausgewerteten Turbellaria-Taxa organisch dominierter Gewässertypen gegen die Gesamteisenkonzentration; die über eine braune Linie verbundenen Punkte markieren die relativen Abundanzen der mittleren Konzentrationen von insgesamt 6 Konzentrationsklassen, deren Klassengrenzen als graue Senkrechte dargestellt sind; die gestrichelte Senkrechte markiert die Schwerpunktkonzentration (SWP-K)

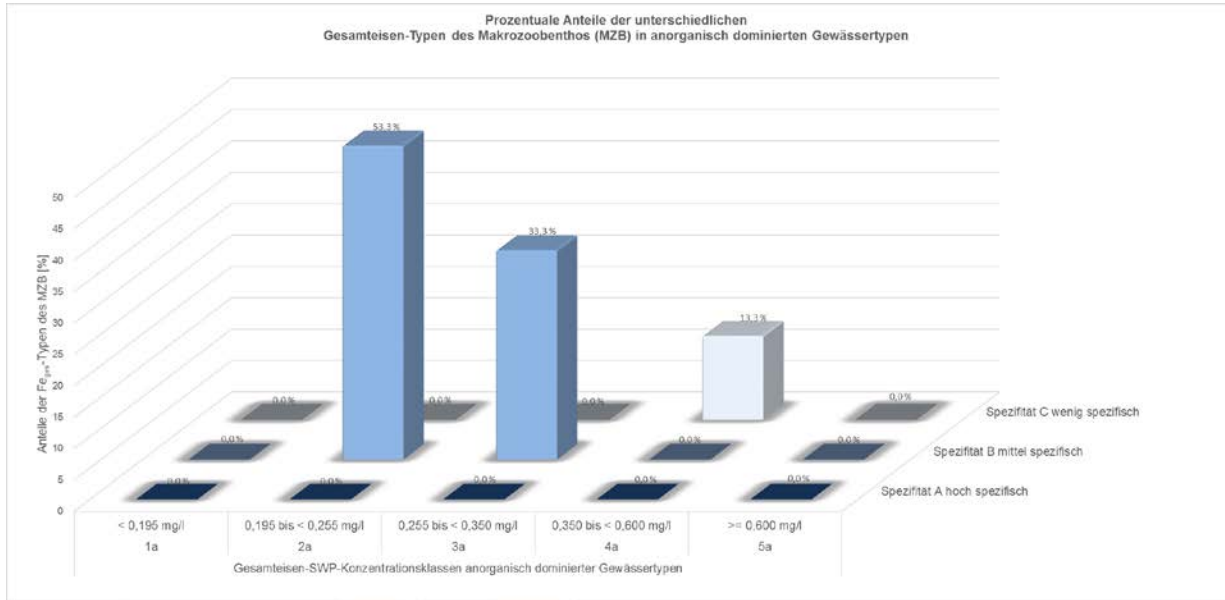


Abbildung 4-17: Prozentuale Anteile der Gesamteisen-Typen der Turbellaria-Taxa in anorganisch dominierten Gewässertypen

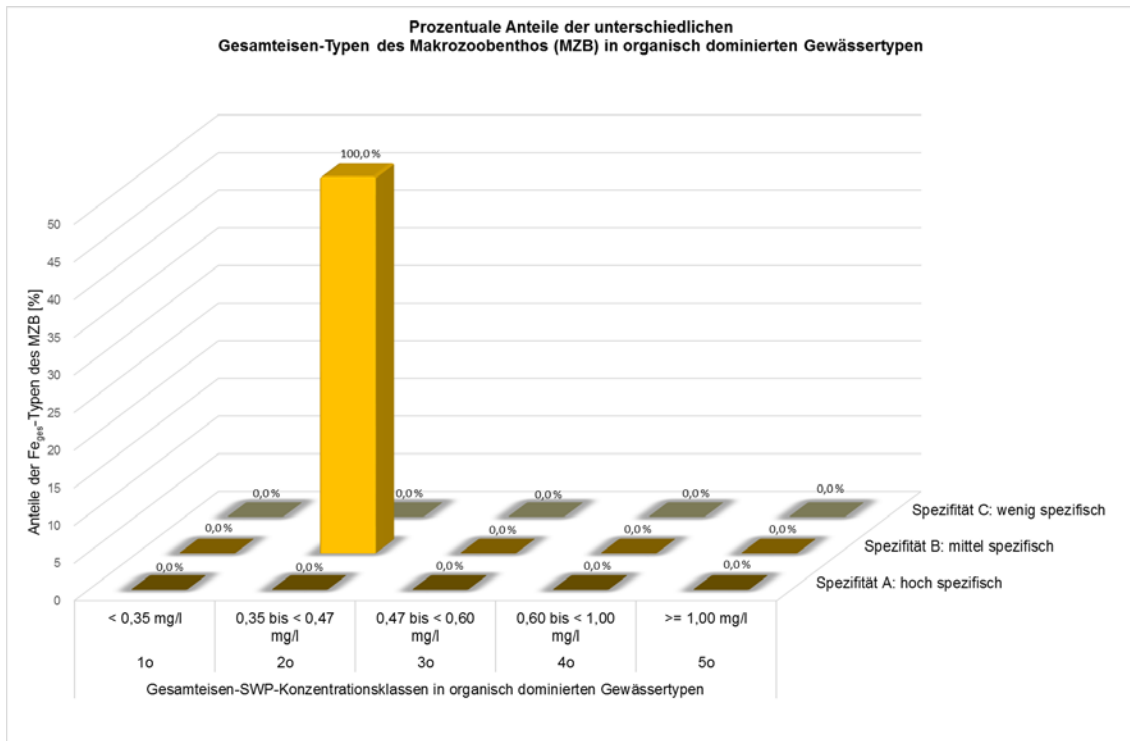


Abbildung 4-18: Prozentuale Anteile der Gesamteisen-Typen der Turbellaria-Taxa in organisch dominierten Gewässertypen

Oligochaeta (Wenigborster)

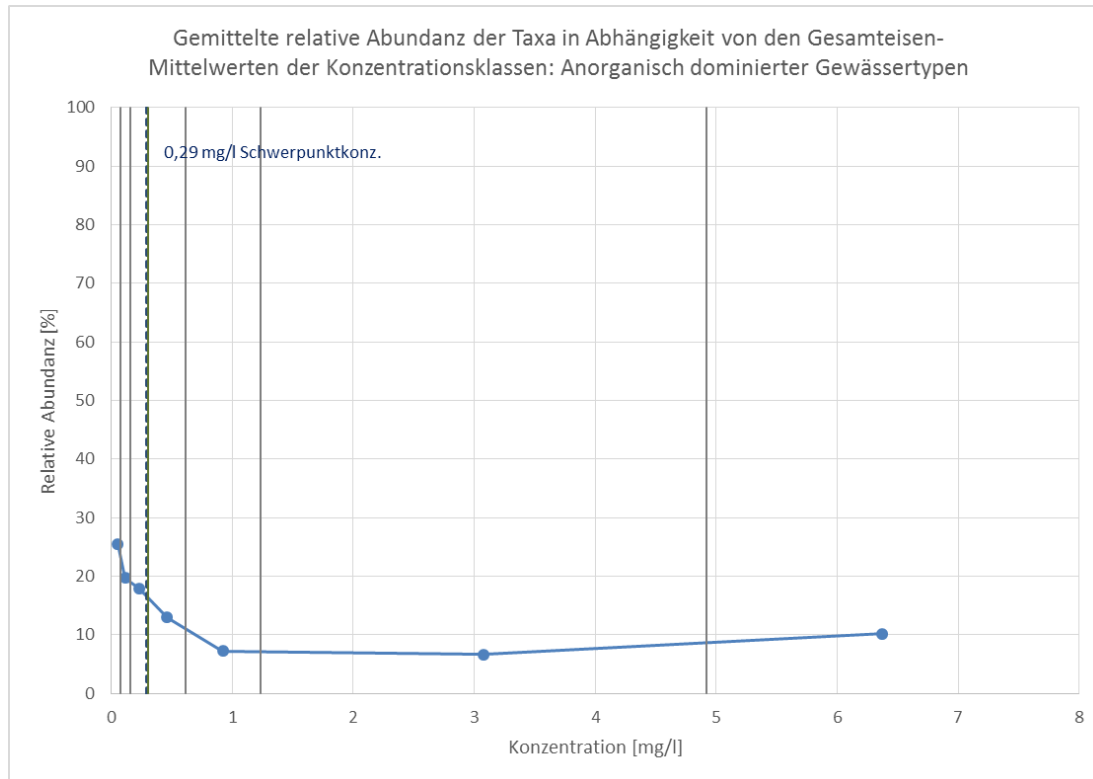


Abbildung 4-19: Mittlere relative Abundanz von 50 ausgewerteten Oligochaeta-Taxa anorganisch dominierter Gewässertypen gegen die Gesamteisenkonzentration; die über eine blaue Linie verbundenen Punkte markieren die relativen Abundanzen der mittleren Konzentrationen von insgesamt 7 Konzentrationsklassen, deren Klassengrenzen als graue Senkrechte dargestellt sind; die gestrichelte Senkrechte markiert die Schwerpunktkonzentration (SWP-K)

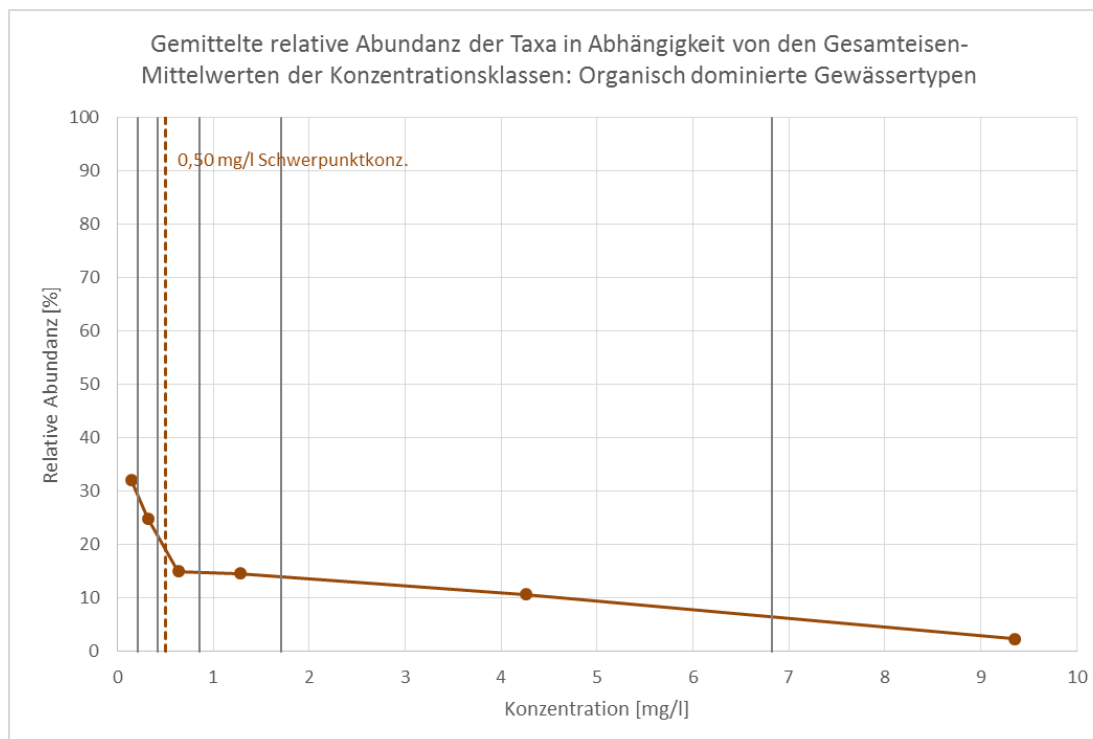


Abbildung 4-20: Mittlere relative Abundanz von 47 ausgewerteten Oligochaeta-Taxa organisch dominierter Gewässertypen gegen die Gesamteisenkonzentration; die über eine braune Linie verbundenen Punkte markieren die relativen Abundanzen der mittleren Konzentrationen von insgesamt 6 Konzentrationsklassen, deren Klassengrenzen als graue Senkrechte dargestellt sind; die gestrichelte Senkrechte markiert die Schwerpunktkonzentration (SWP-K)

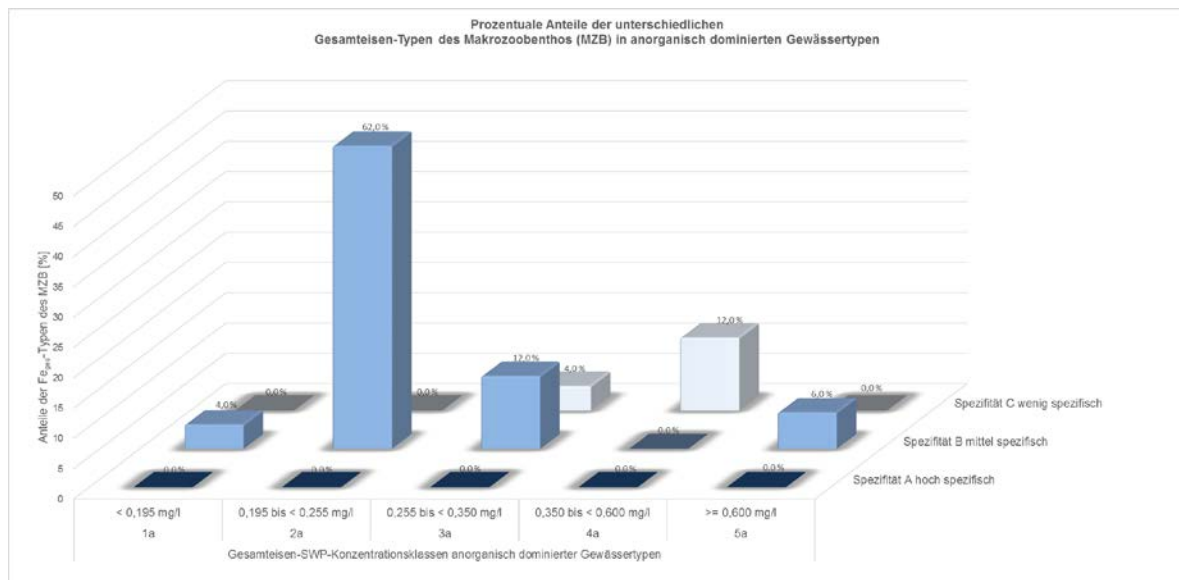


Abbildung 4-21: Prozentuale Anteile der Gesamteisen-Typen der Oligochaeta-Taxa in anorganisch dominierten Gewässertypen

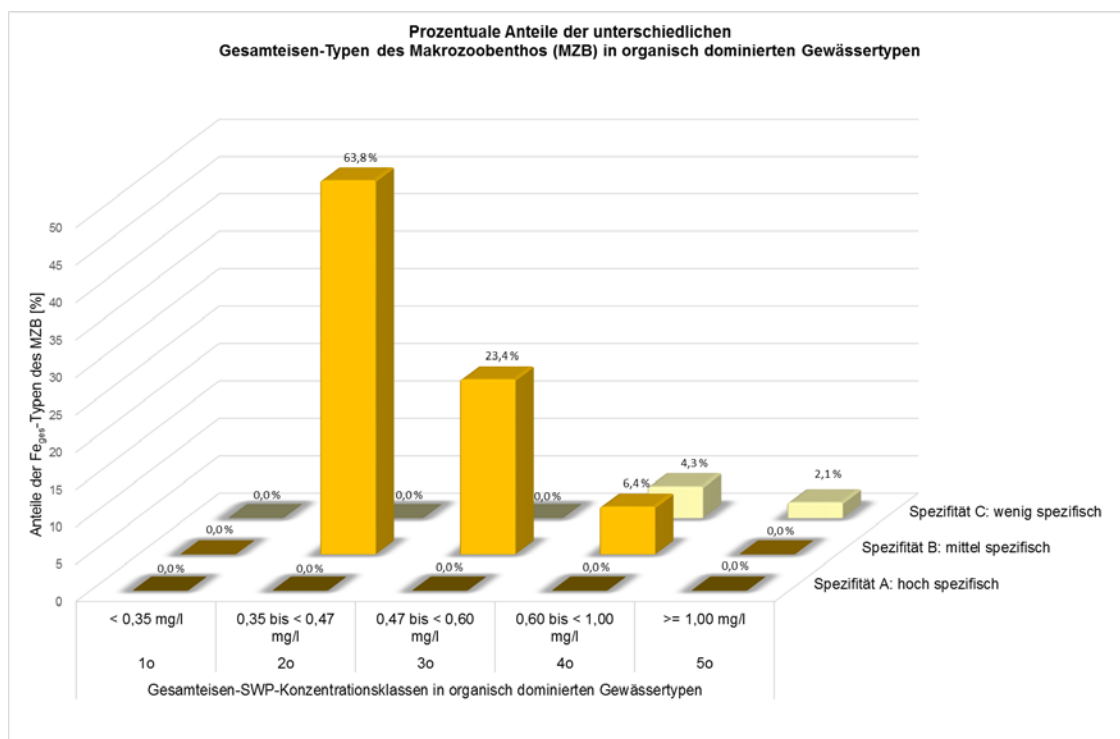


Abbildung 4-22: Prozentuale Anteile der Gesamteisen-Typen der Oligochaeta-Taxa in organisch dominierter Gewässertypen

Crustacea (Krebstiere)

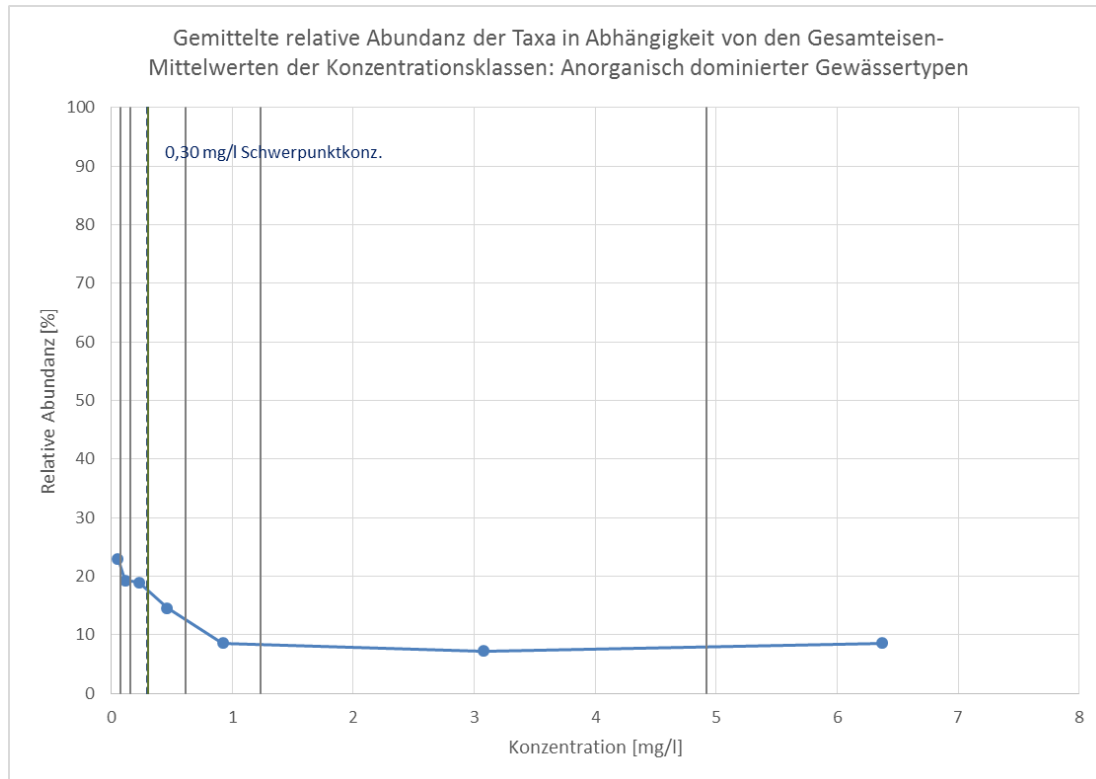


Abbildung 4-23: Mittlere relative Abundanz von 42 ausgewerteten Crustacea-Taxa anorganisch dominierter Gewässertypen gegen die Gesamteisenkonzentration; die über eine blaue Linie verbundenen Punkte markieren die relativen Abundanzen der mittleren Konzentrationen von insgesamt 7 Konzentrationsklassen, deren Klassengrenzen als graue Senkrechte dargestellt sind; die gestrichelte Senkrechte markiert die Schwerpunktkonzentration (SWP-K)

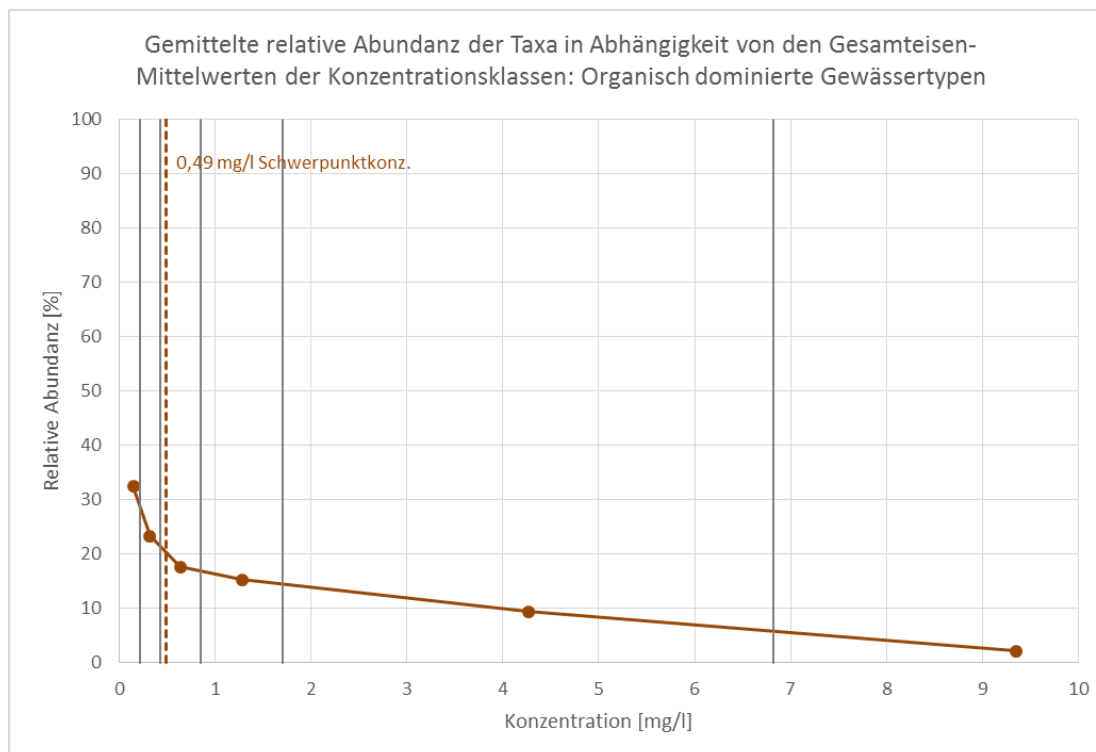


Abbildung 4-24: Mittlere relative Abundanz von 42 ausgewerteten Crustacea-Taxa organisch dominierter Gewässertypen gegen die Gesamteisenkonzentration; die über eine braune Linie verbundenen Punkte markieren die relativen Abundanzen der mittleren Konzentrationen von insgesamt 6 Konzentrationsklassen, deren Klassengrenzen als graue Senkrechte dargestellt sind; die gestrichelte Senkrechte markiert die Schwerpunktkonzentration (SWP-K)

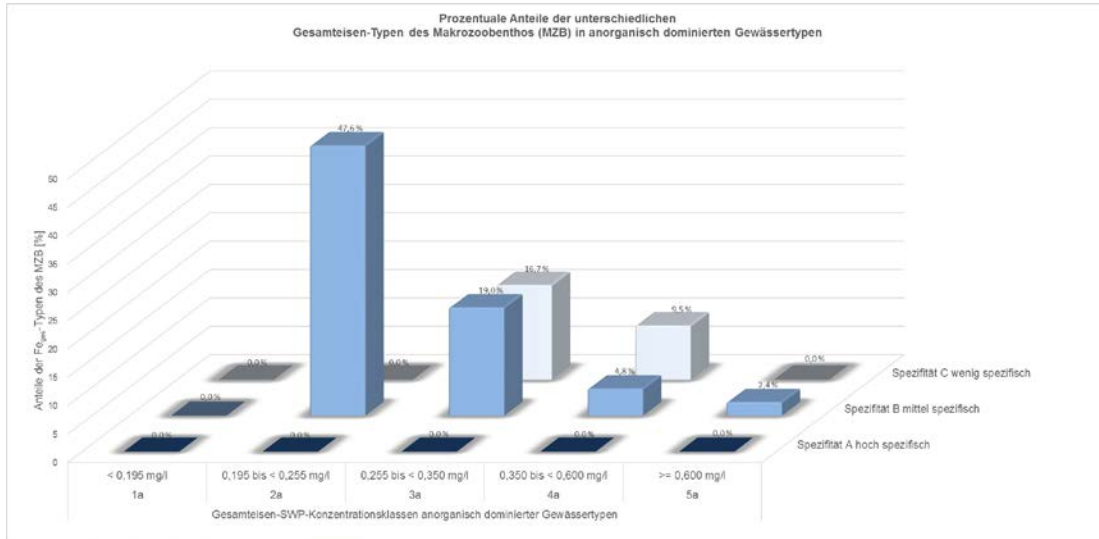


Abbildung 4-25: Prozentuale Anteile der Gesamteisen-Typen der Crustacea-Taxa in anorganisch dominierten Gewässertypen

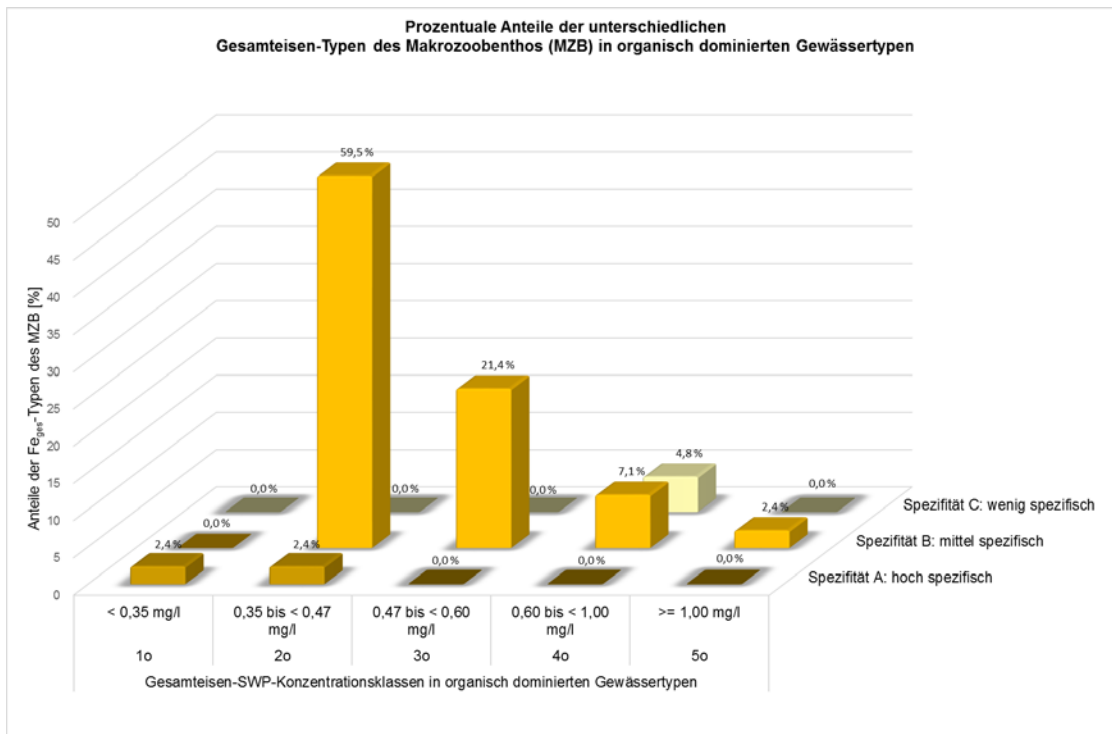


Abbildung 4-26: Prozentuale Anteile der Gesamteisen-Typen der Crustacea-Taxa in organisch dominierten Gewässertypen

Gastropoda (Schnecken)

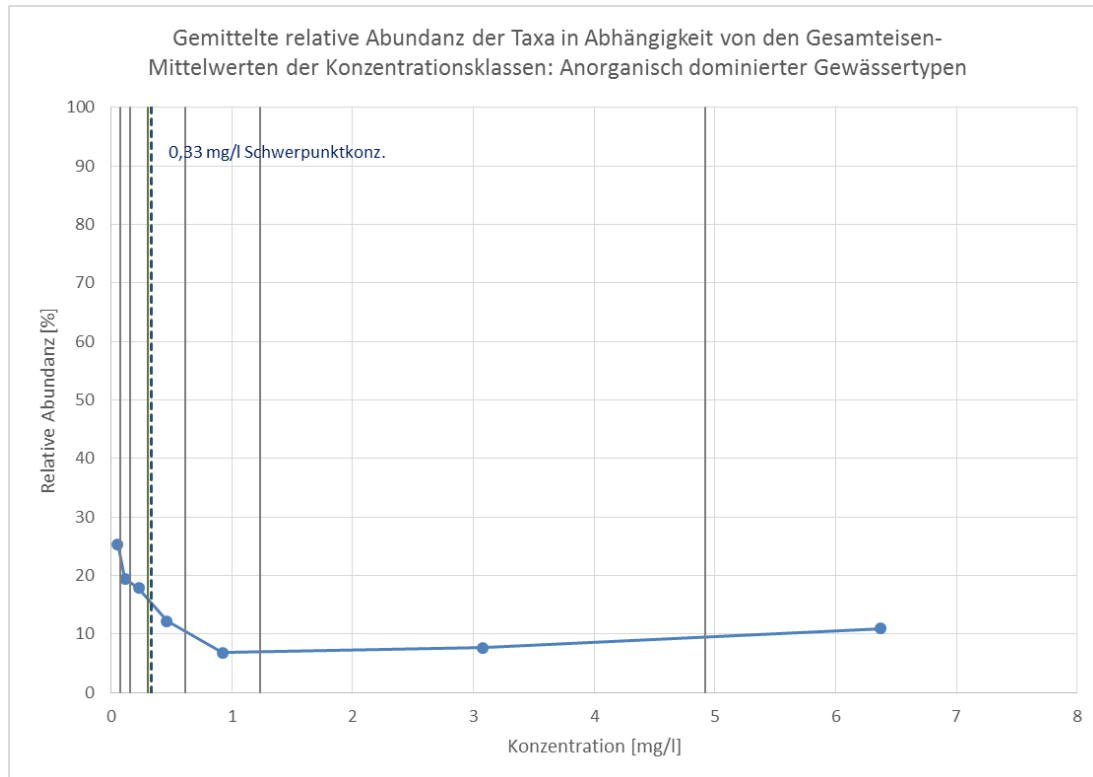


Abbildung 4-27: Mittlere relative Abundanz von 54 ausgewerteten Gastropoda-Taxa anorganisch dominierter Gewässertypen gegen die Gesamteisenkonzentration; die über eine blaue Linie verbundenen Punkte markieren die relativen Abundanzen der mittleren Konzentrationen von insgesamt 7 Konzentrationsklassen, deren Klassengrenzen als graue Senkrechte dargestellt sind; die gestrichelte Senkrechte markiert die Schwerpunktkonzentration (SWP-K)

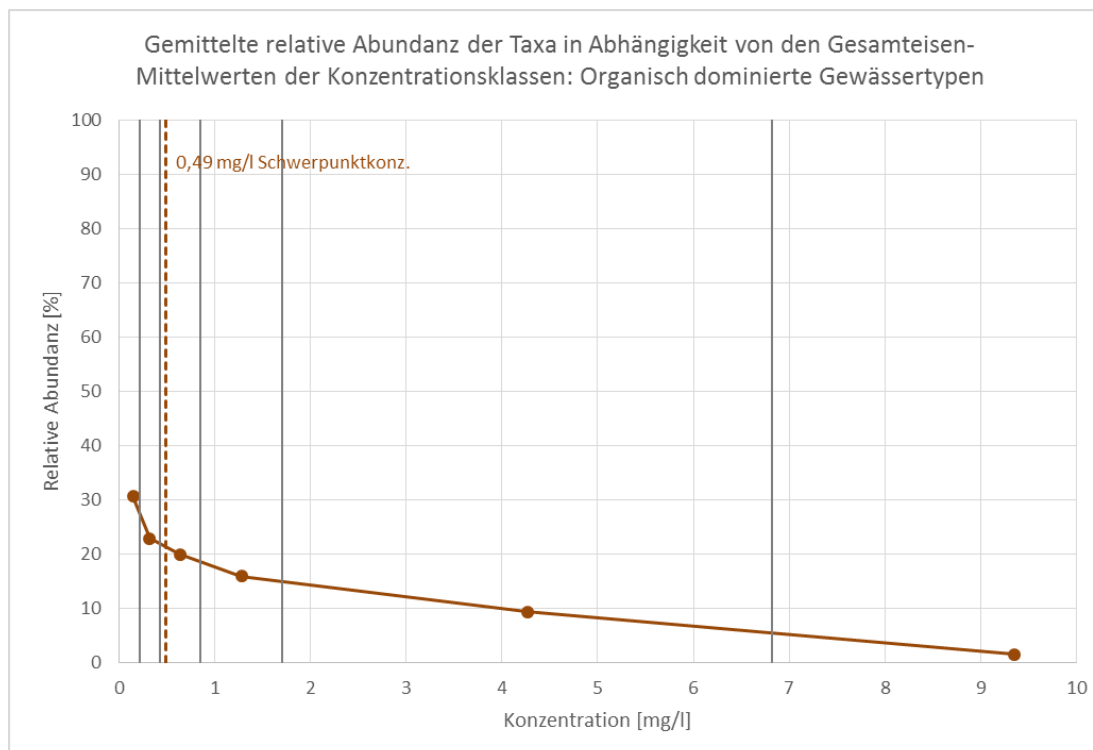


Abbildung 4-28: Mittlere relative Abundanz von 52 ausgewerteten Gastropoda-Taxa organisch dominierter Gewässertypen gegen die Gesamteisenkonzentration; die über eine braune Linie verbundenen Punkte markieren die relativen Abundanzen der mittleren Konzentrationen von insgesamt 6 Konzentrationsklassen, deren Klassengrenzen als graue Senkrechte dargestellt sind; die gestrichelte Senkrechte markiert die Schwerpunktkonzentration (SWP-K)

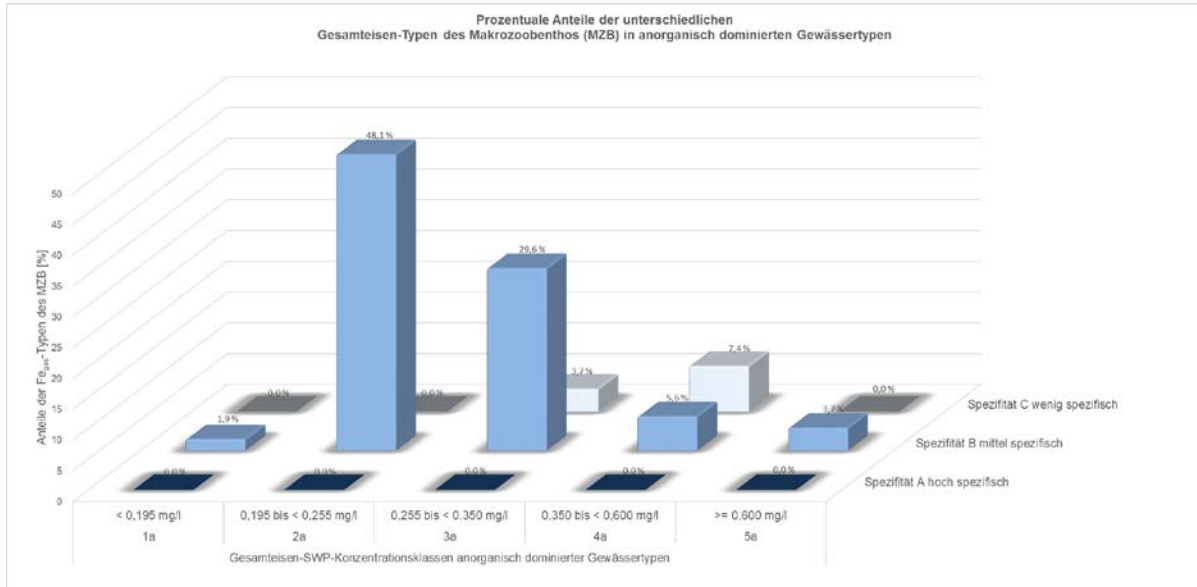


Abbildung 4-29: Prozentuale Anteile der Gesamteisen-Typen der Gastropoda-Taxa in anorganisch dominierten Gewässertypen

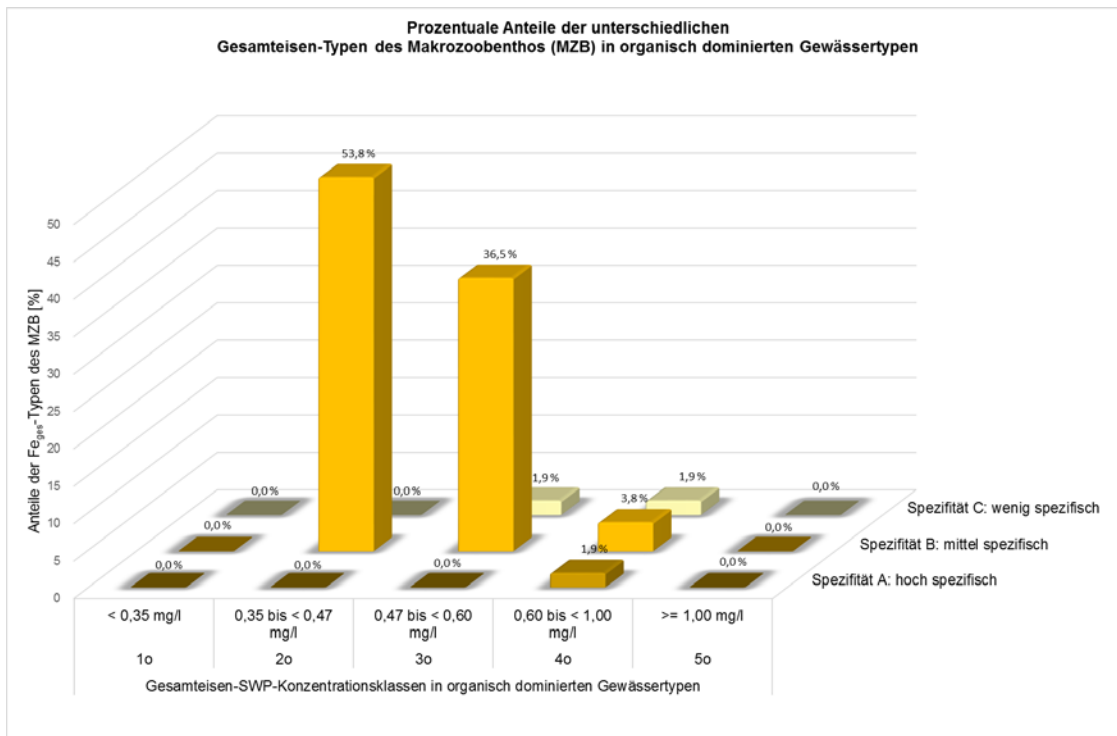


Abbildung 4-30: Prozentuale Anteile der Gesamteisen-Typen der Gastropoda-Taxa in organisch dominierten Gewässertypen

Hirudinea (Egel)

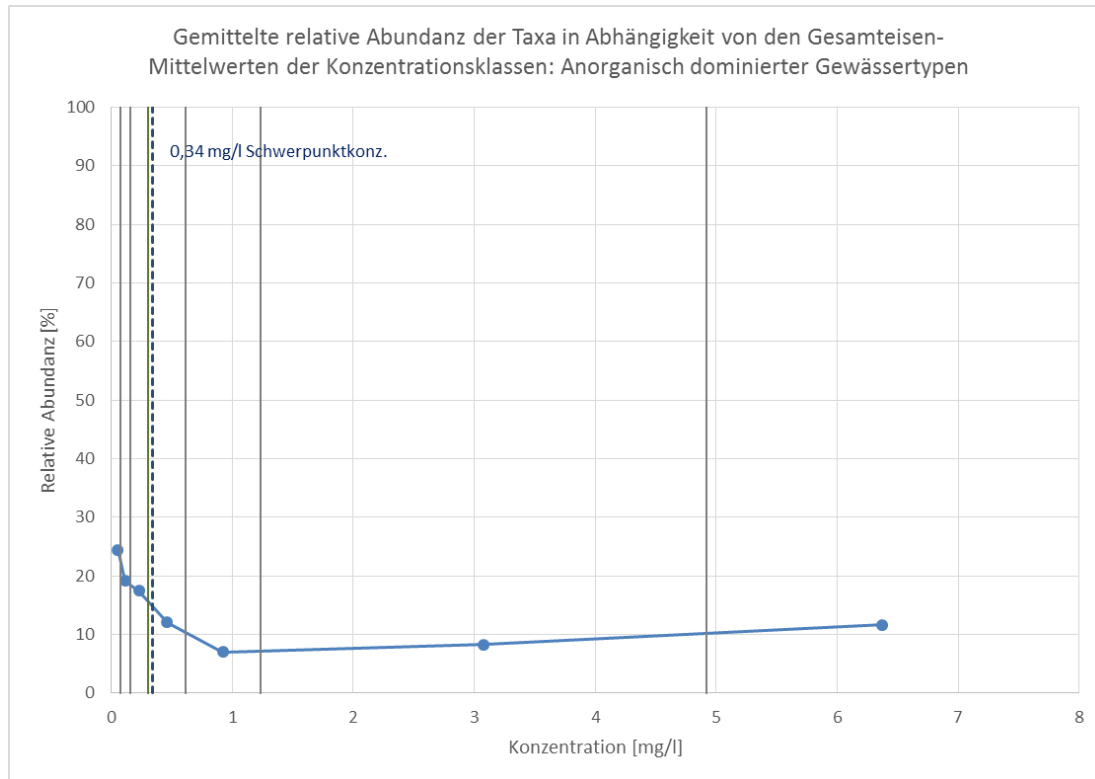


Abbildung 4-31: Mittlere relative Abundanz von 33 ausgewerteten Hirudinea-Taxa anorganisch dominierter Gewässertypen gegen die Gesamteisenkonzentration; die über eine blaue Linie verbundenen Punkte markieren die relativen Abundanzen der mittleren Konzentrationen von insgesamt 7 Konzentrationsklassen, deren Klassengrenzen als graue Senkrechte dargestellt sind; die gestrichelte Senkrechte markiert die Schwerpunktkonzentration (SWP-K)

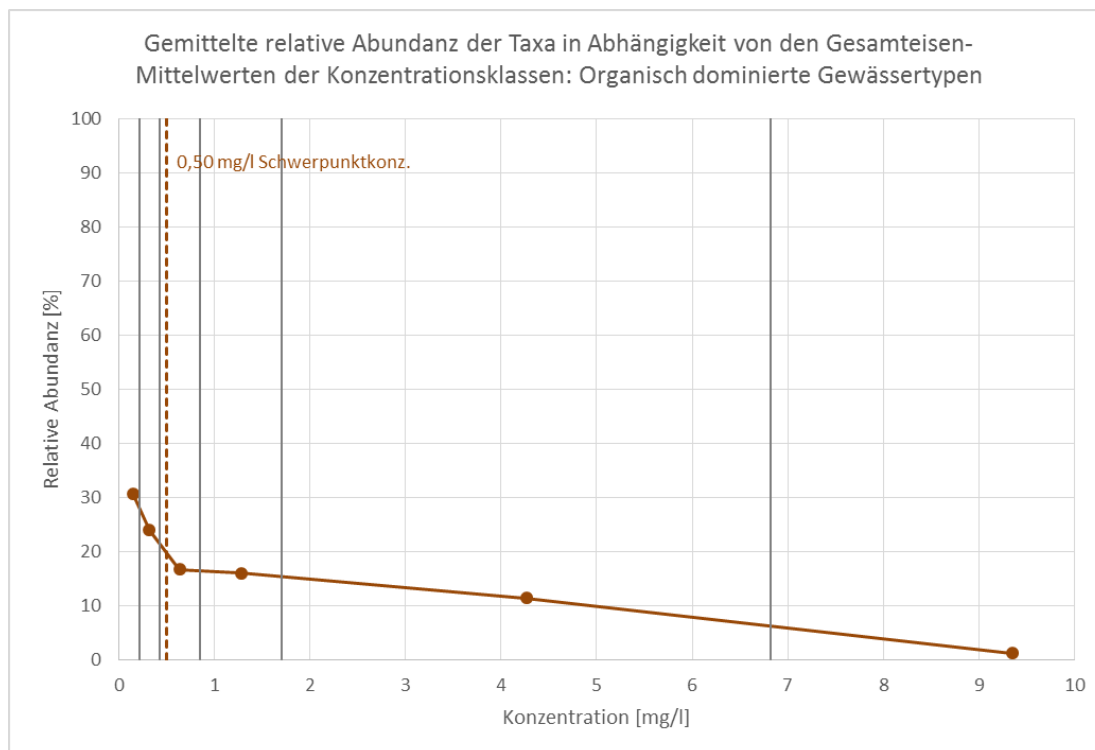


Abbildung 4-32: Mittlere relative Abundanz von 29 ausgewerteten Hirudinea-Taxa organisch dominierter Gewässertypen gegen die Gesamteisenkonzentration; die über eine braune Linie verbundenen Punkte markieren die relativen Abundanzen der mittleren Konzentrationen von insgesamt 6 Konzentrationsklassen, deren Klassengrenzen als graue Senkrechte dargestellt sind; die gestrichelte Senkrechte markiert die Schwerpunktkonzentration (SWP-K)

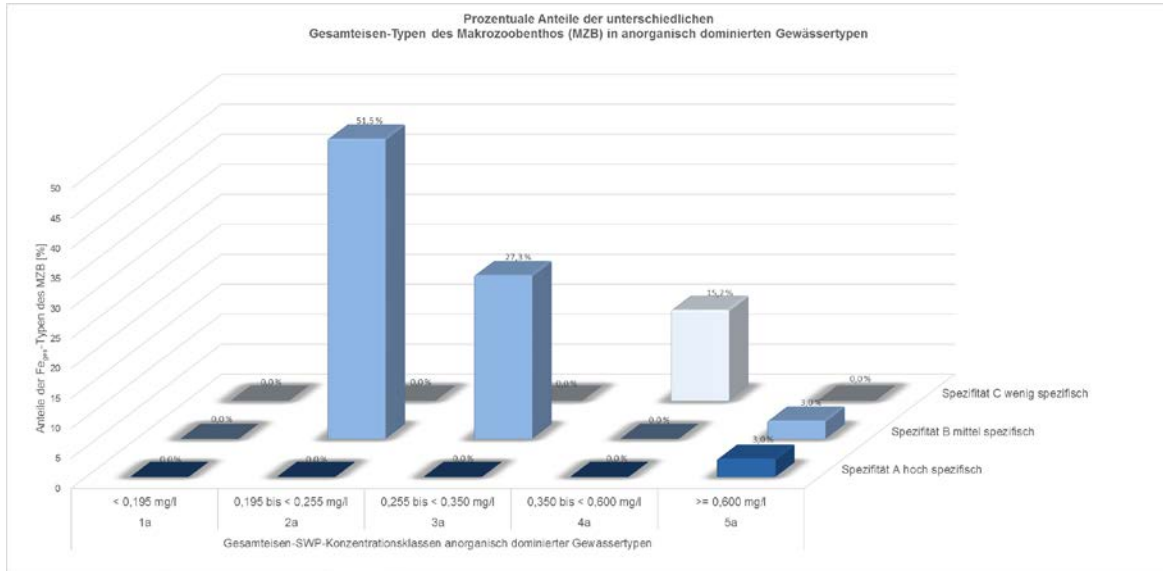


Abbildung 4-33: Prozentuale Anteile der Gesamteisen-Typen der Hirudinea-Taxa in anorganisch dominierten Gewässertypen

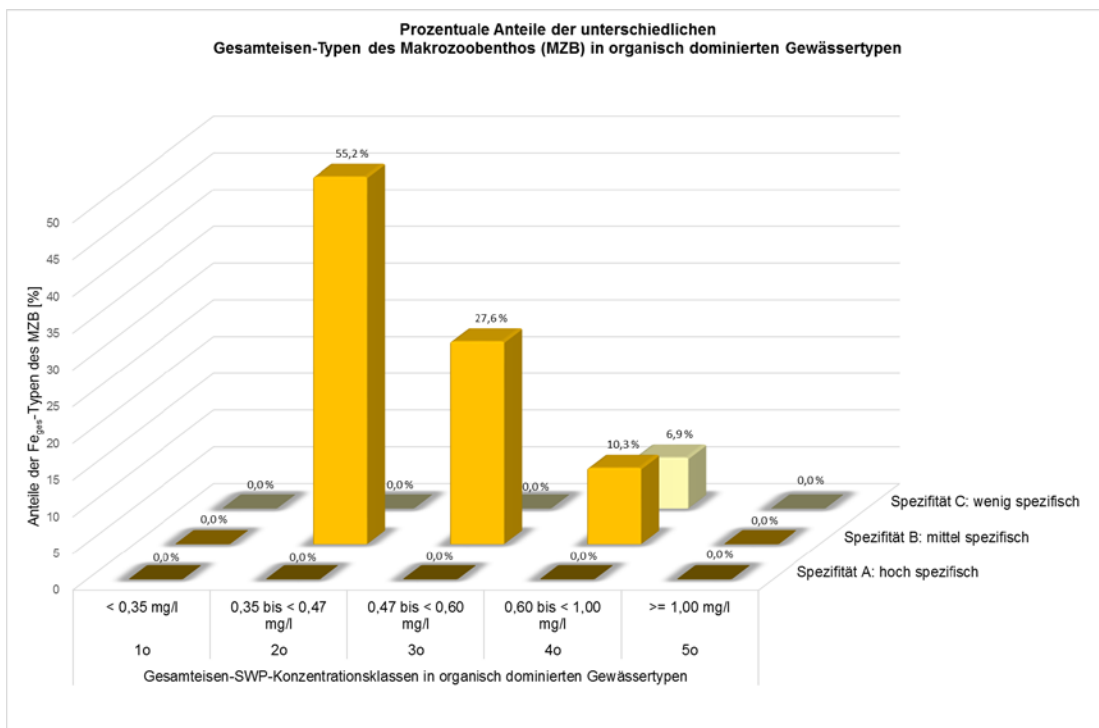


Abbildung 4-34: Prozentuale Anteile der Gesamteisen-Typen der Hirudinea-Taxa in organisch dominierten Gewässertypen

Coleoptera (Käfer)

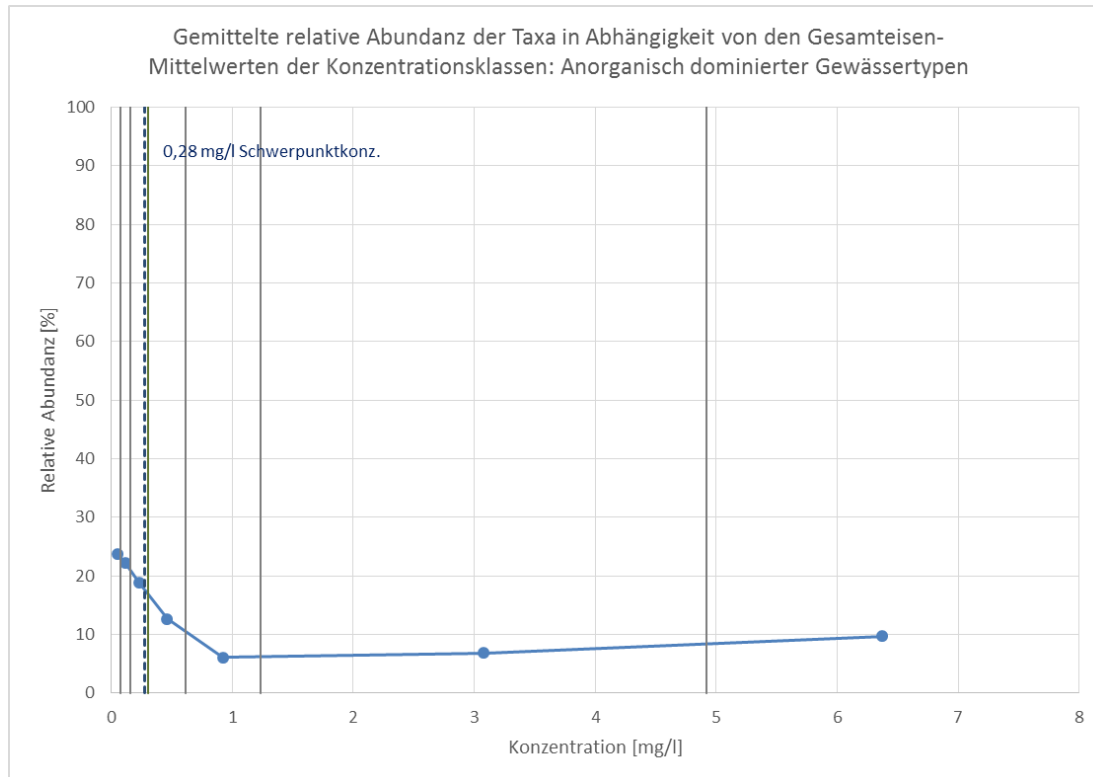


Abbildung 4-35: Mittlere relative Abundanz von 161 ausgewerteten Coleoptera-Taxa anorganisch dominierter Gewässertypen gegen die Gesamteisenkonzentration; die über eine blaue Linie verbundenen Punkte markieren die relativen Abundanzen der mittleren Konzentrationen von insgesamt 7 Konzentrationsklassen, deren Klassengrenzen als graue Senkrechte dargestellt sind; die gestrichelte Senkrechte markiert die Schwerpunktkonzentration (SWP-K)

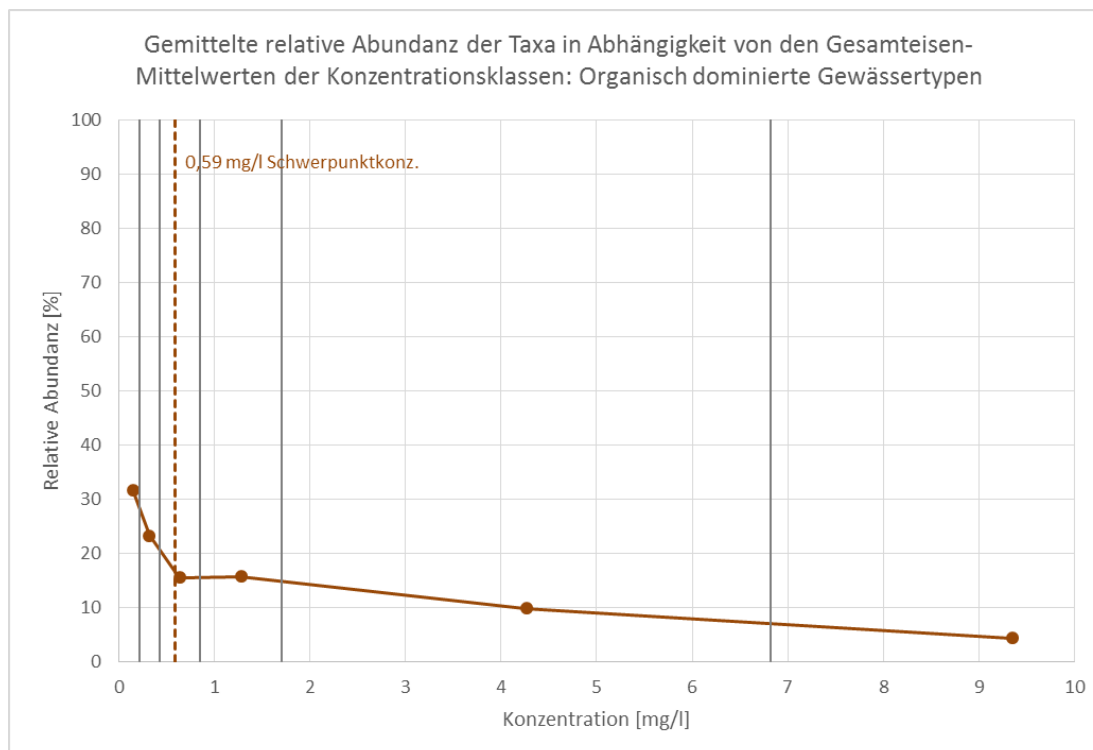


Abbildung 4-36: Mittlere relative Abundanz von 120 ausgewerteten Coleoptera-Taxa organisch dominierter Gewässertypen gegen die Gesamteisenkonzentration; die über eine braune Linie verbundenen Punkte markieren die relativen Abundanzen der mittleren Konzentrationen von insgesamt 6 Konzentrationsklassen, deren Klassengrenzen als graue Senkrechte dargestellt sind; die gestrichelte Senkrechte markiert die Schwerpunktkonzentration (SWP-K)

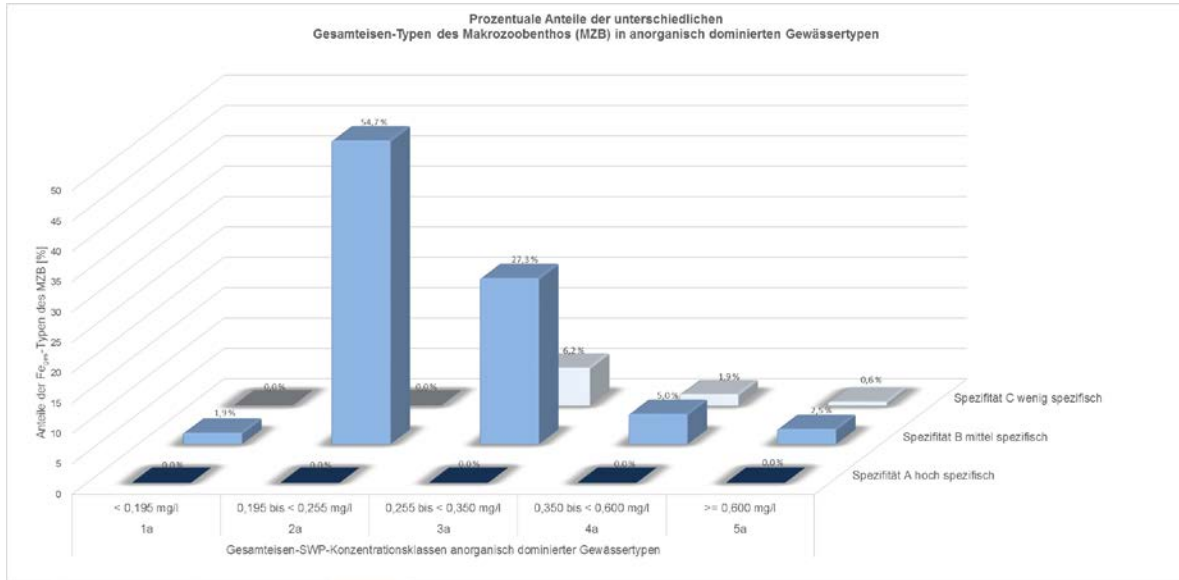


Abbildung 4-37: Prozentuale Anteile der Gesamteisen-Typen der Coleoptera-Taxa in anorganisch dominierten Gewässertypen

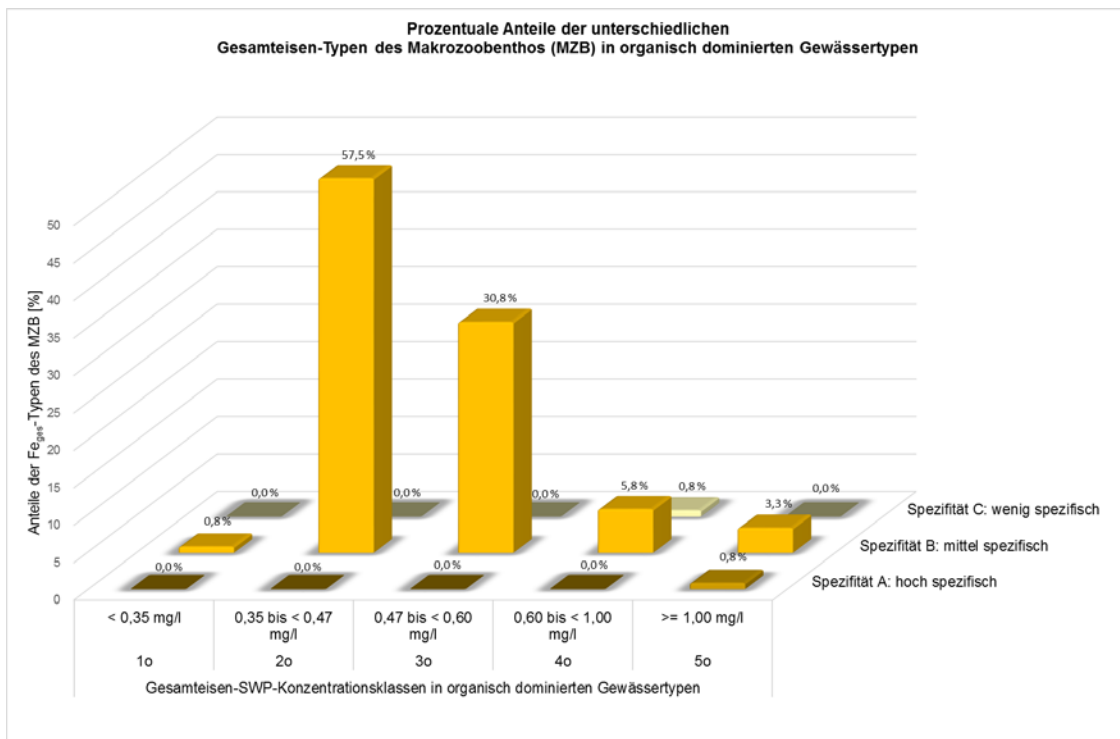


Abbildung 4-38: Prozentuale Anteile der Gesamteisen-Typen der Coleoptera-Taxa in organisch dominierten Gewässertypen

Plecoptera (Steinfliegen)

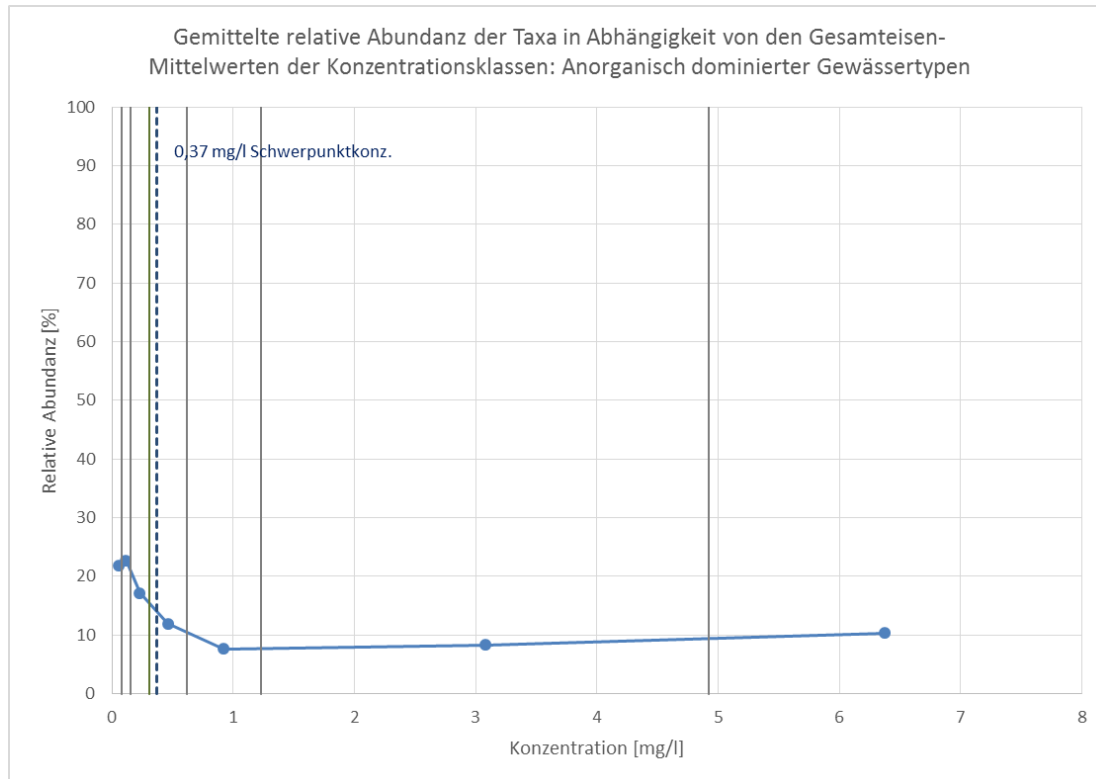


Abbildung 4-39: Mittlere relative Abundanz von 51 ausgewerteten Plecoptera-Taxa anorganisch dominierter Gewässertypen gegen die Gesamteisenkonzentration; die über eine blaue Linie verbundenen Punkte markieren die relativen Abundanzen der mittleren Konzentrationen von insgesamt 7 Konzentrationsklassen, deren Klassengrenzen als graue Senkrechte dargestellt sind; die gestrichelte Senkrechte markiert die Schwerpunktkonzentration (SWP-K)

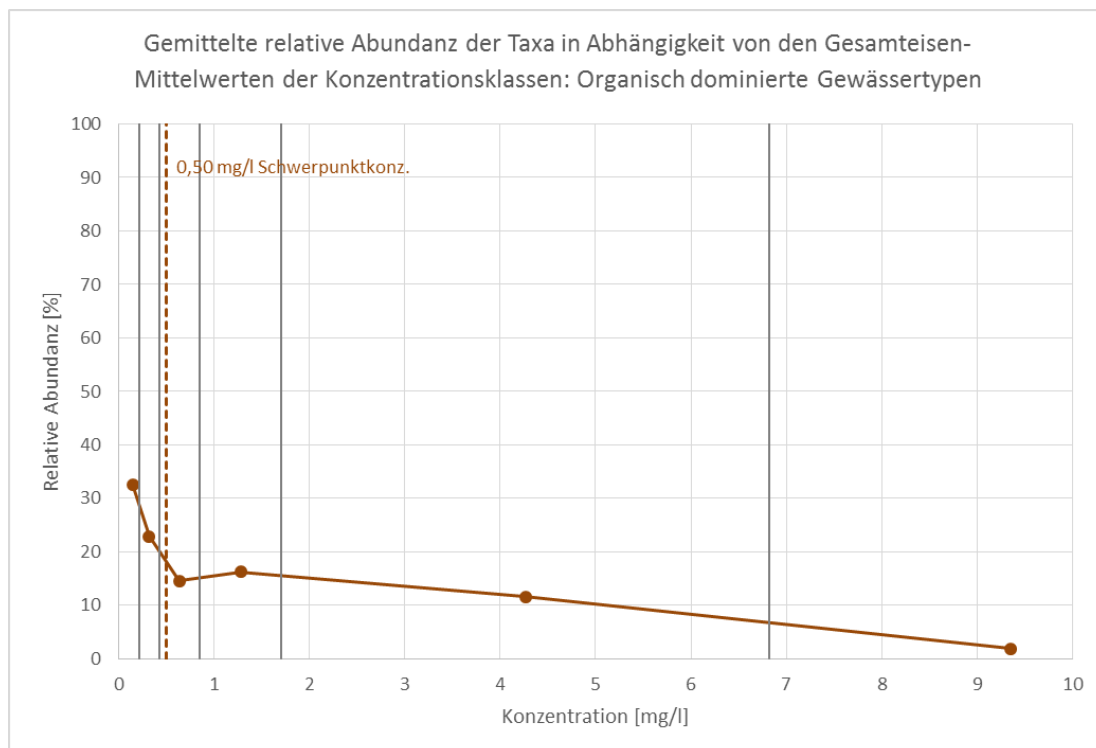


Abbildung 4-40: Mittlere relative Abundanz von 29 ausgewerteten Plecoptera-Taxa organisch dominierter Gewässertypen gegen die Gesamteisenkonzentration; die über eine braune Linie verbundenen Punkte markieren die relativen Abundanzen der mittleren Konzentrationen von insgesamt 6 Konzentrationsklassen, deren Klassengrenzen als graue Senkrechte dargestellt sind; die gestrichelte Senkrechte markiert die Schwerpunktkonzentration (SWP-K)

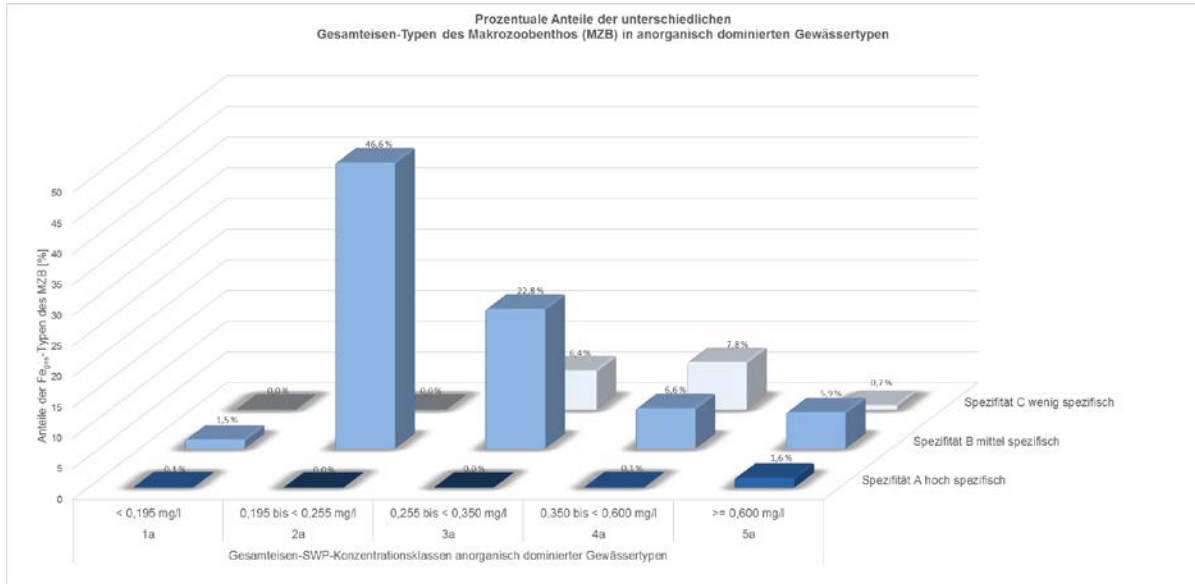


Abbildung 4-41: Prozentuale Anteile der Gesamteisen-Typen der Plecoptera-Taxa in anorganisch dominierten Gewässertypen

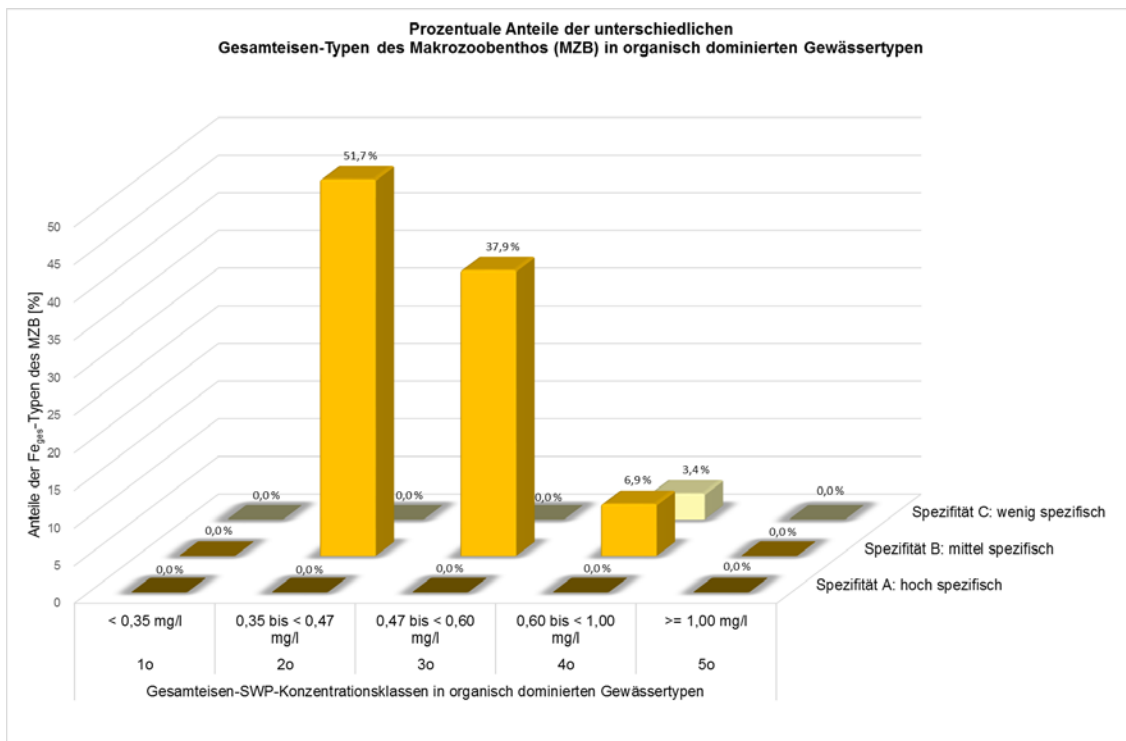


Abbildung 4-42: Prozentuale Anteile der Gesamteisen-Typen der Plecoptera-Taxa in organisch dominierten Gewässertypen

Ephemeroptera (Eintagsfliegen)

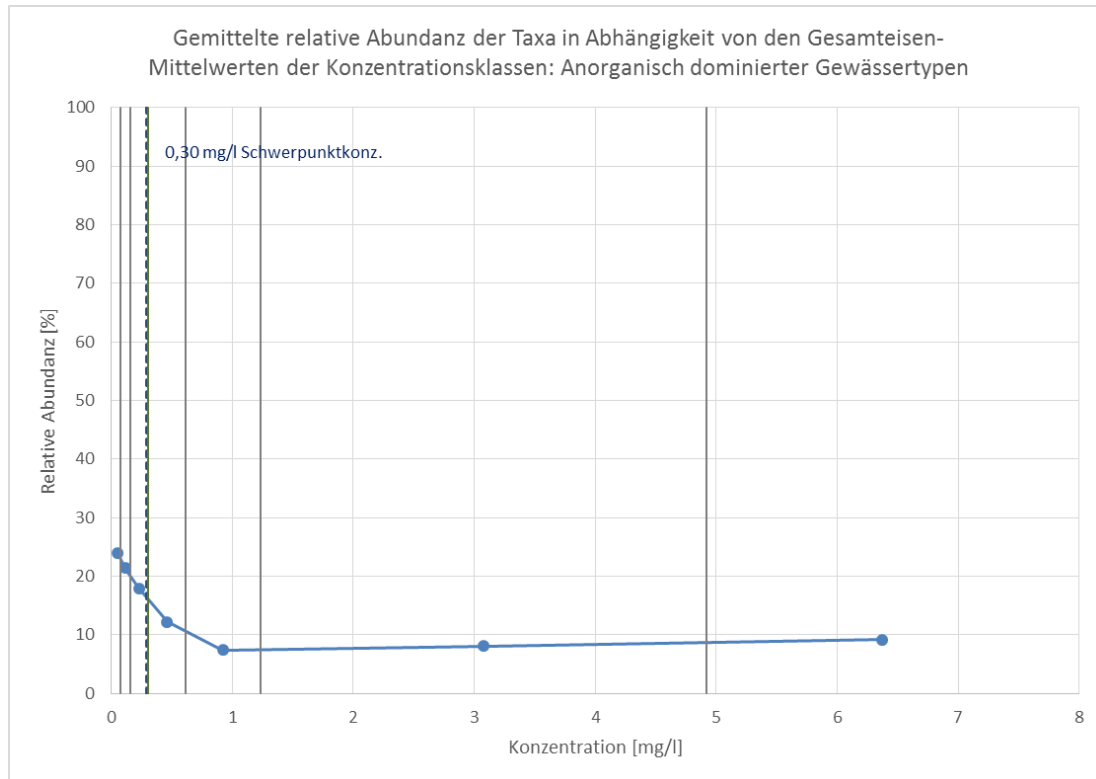


Abbildung 4-43: Mittlere relative Abundanz von 90 ausgewerteten Ephemeroptera-Taxa anorganisch dominierter Gewässertypen gegen die Gesamteisenkonzentration; die über eine blaue Linie verbundenen Punkte markieren die relativen Abundanzen der mittleren Konzentrationen von insgesamt 7 Konzentrationsklassen, deren Klassengrenzen als graue Senkrechte dargestellt sind; die gestrichelte Senkrechte markiert die Schwerpunktkonzentration (SWP-K)

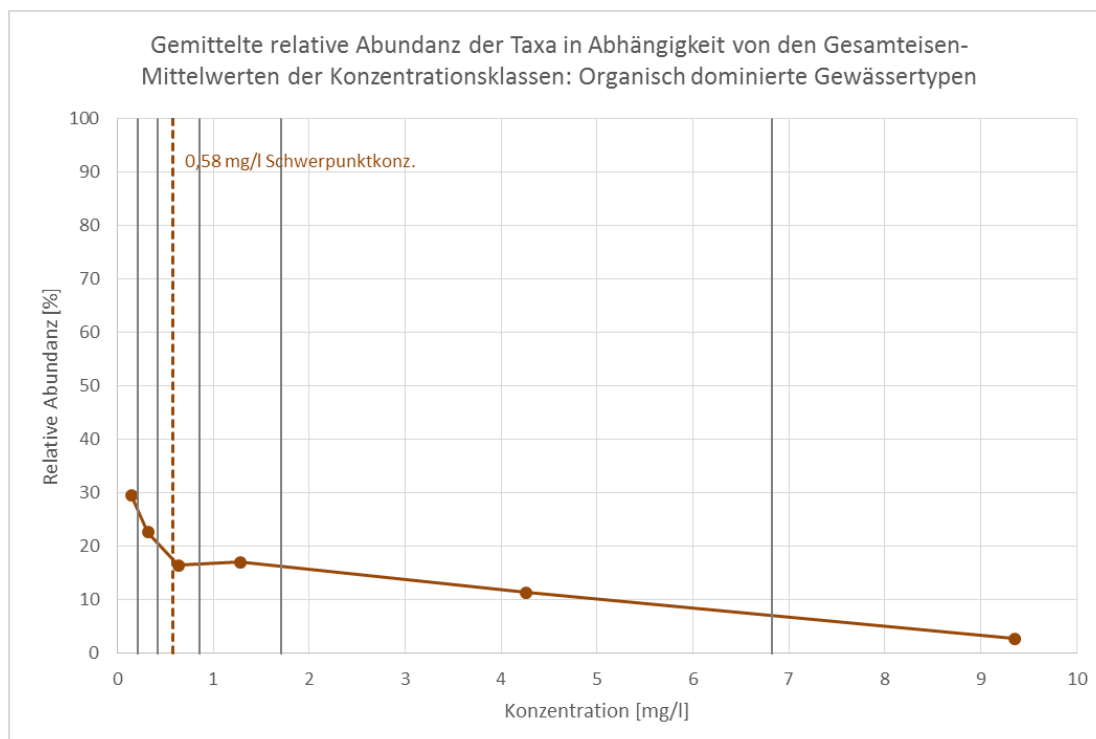


Abbildung 4-44: Mittlere relative Abundanz von 75 ausgewerteten Ephemeroptera-Taxa organisch dominierter Gewässertypen gegen die Gesamteisenkonzentration; die über eine braune Linie verbundenen Punkte markieren die relativen Abundanzen der mittleren Konzentrationen von insgesamt 6 Konzentrationsklassen, deren Klassengrenzen als graue Senkrechte dargestellt sind; die gestrichelte Senkrechte markiert die Schwerpunktkonzentration (SWP-K)

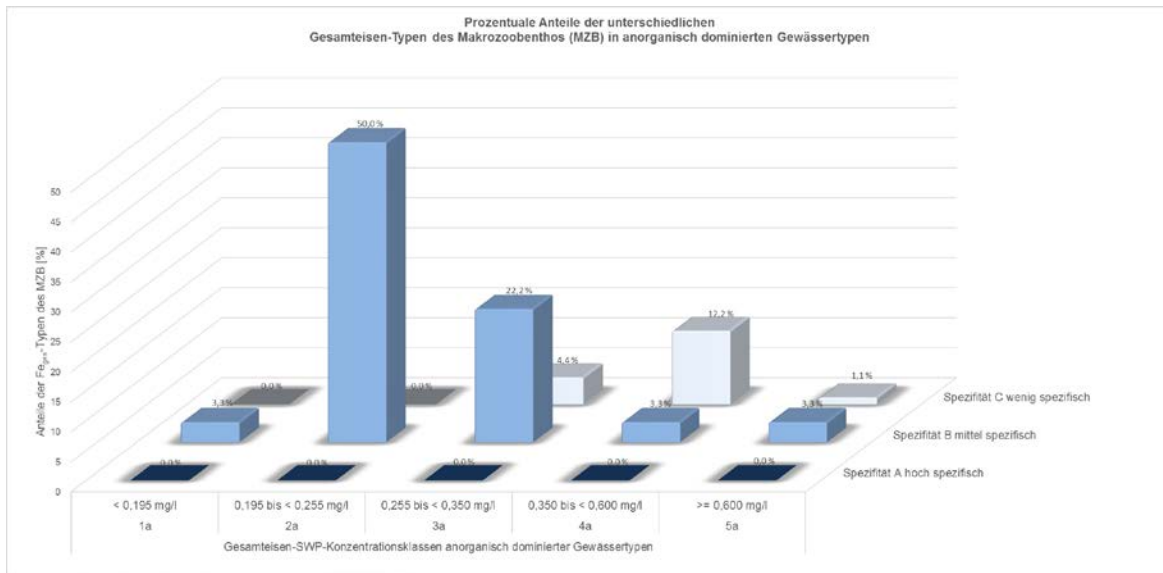


Abbildung 4-45: Prozentuale Anteile der Gesamteisen-Typen der Ephemeroptera-Taxa in anorganisch dominierten Gewässertypen

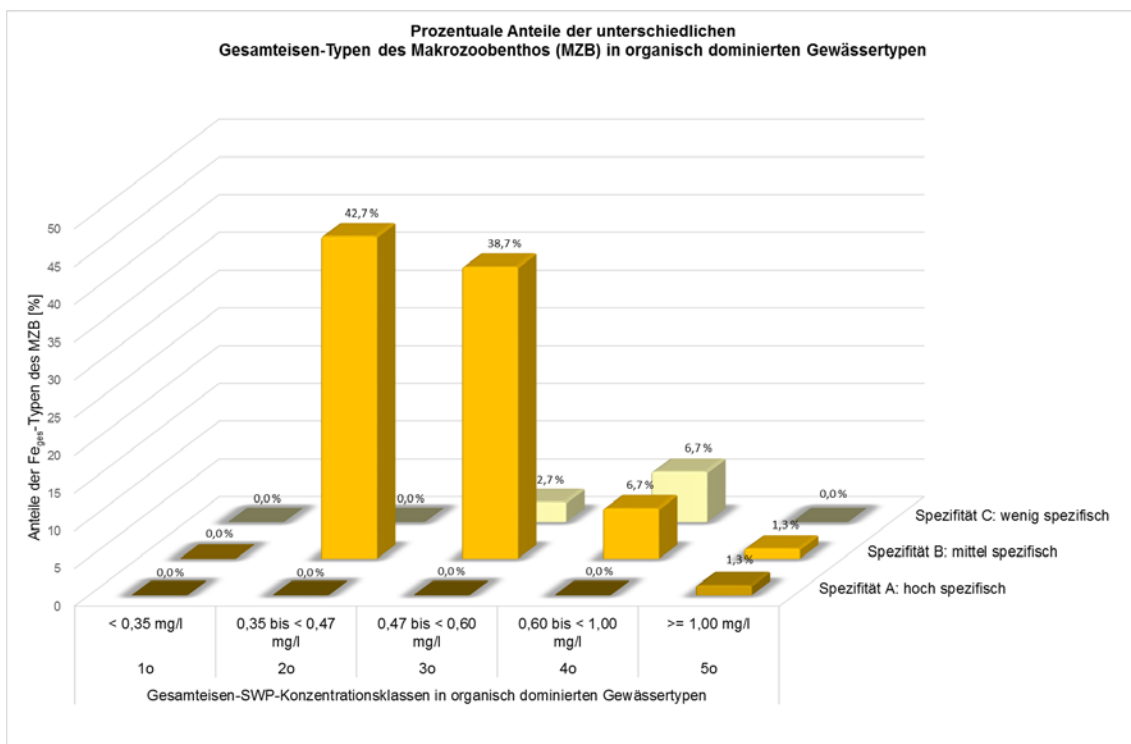


Abbildung 4-46: Prozentuale Anteile der Gesamteisen-Typen der Ephemeroptera-Taxa in organisch dominierten Gewässertypen

Trichoptera (Köcherfliegen)

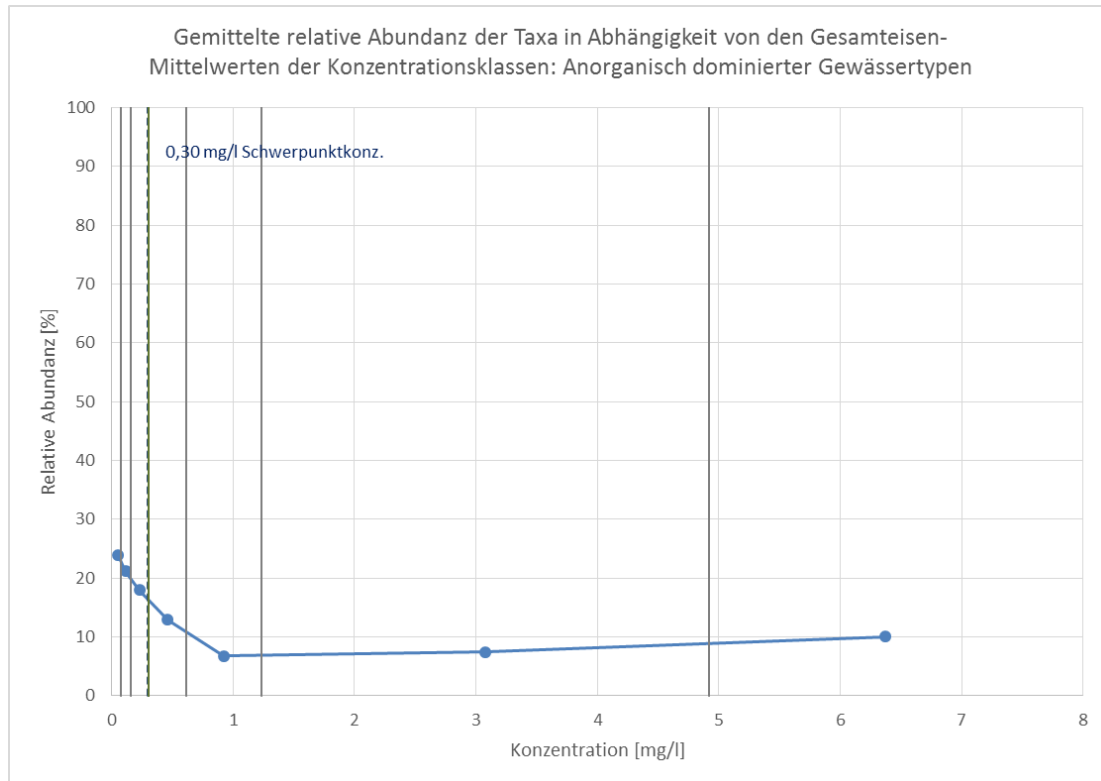


Abbildung 4-47: Mittlere relative Abundanz von 221 ausgewerteten Trichoptera-Taxa anorganisch dominierter Gewässertypen gegen die Gesamteisenkonzentration; die über eine blaue Linie verbundenen Punkte markieren die relativen Abundanzen der mittleren Konzentrationen von insgesamt 7 Konzentrationsklassen, deren Klassengrenzen als graue Senkrechte dargestellt sind; die gestrichelte Senkrechte markiert die Schwerpunktkonzentration (SWP-K)

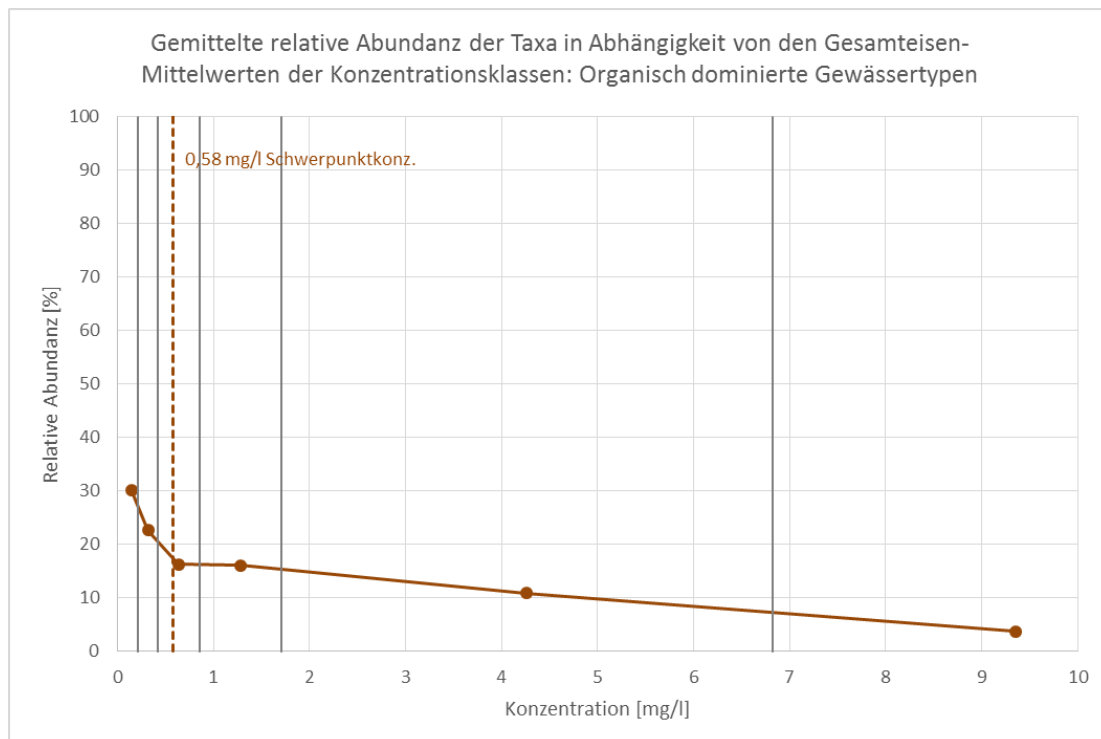


Abbildung 4-48: Mittlere relative Abundanz von 183 ausgewerteten Trichoptera-Taxa organisch dominierter Gewässertypen gegen die Gesamteisenkonzentration; die über eine braune Linie verbundenen Punkte markieren die relativen Abundanzen der mittleren Konzentrationen von insgesamt 6 Konzentrationsklassen, deren Klassengrenzen als graue Senkrechte dargestellt sind; die gestrichelte Senkrechte markiert die Schwerpunktkonzentration (SWP-K)

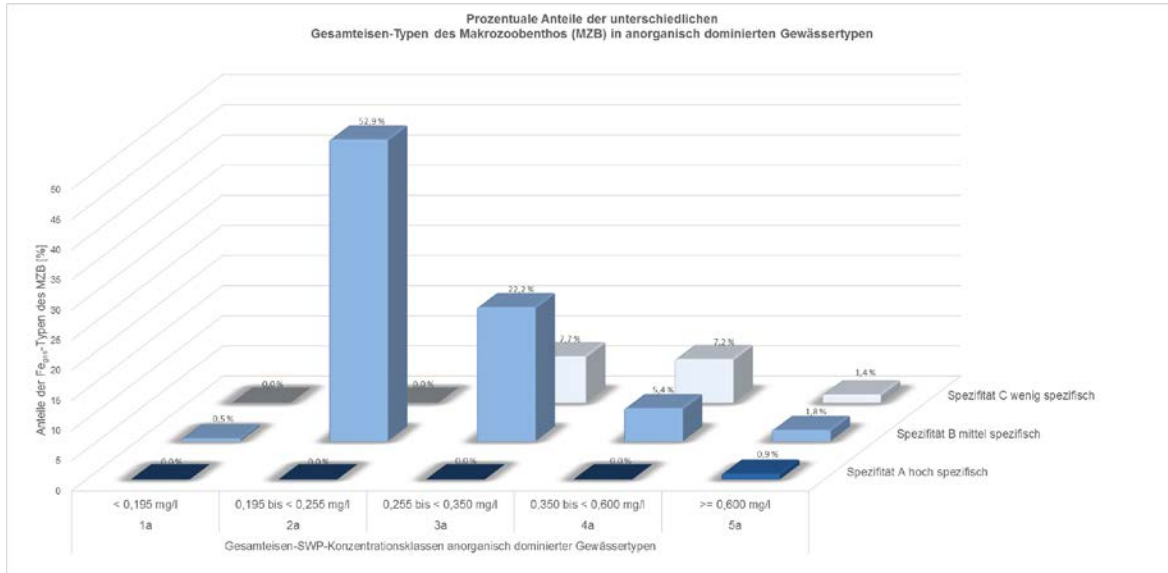


Abbildung 4-49: Prozentuale Anteile der Gesamteisen-Typen der Trichoptera-Taxa in anorganisch dominierten Gewässertypen

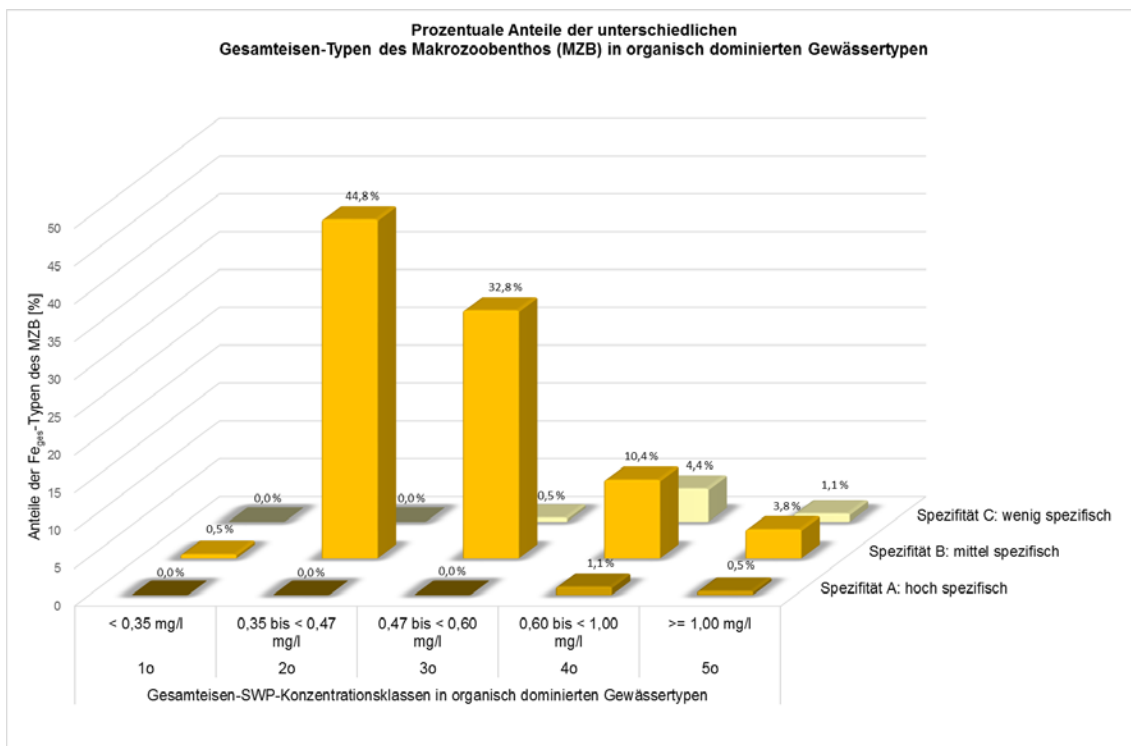


Abbildung 4-50: Prozentuale Anteile der Gesamteisen-Typen der Trichoptera-Taxa in organisch dominierten Gewässertypen

Odonata (Libellen)

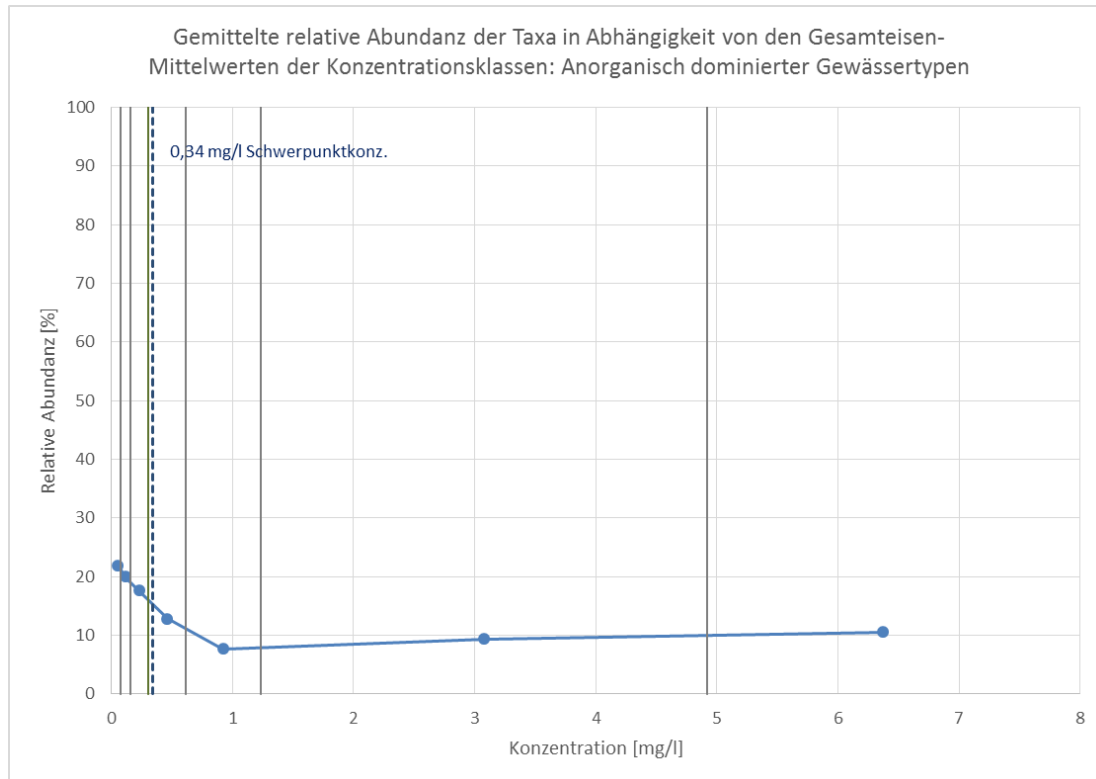


Abbildung 4-51: Mittlere relative Abundanz von 41 ausgewerteten Odonata-Taxa anorganisch dominierter Gewässertypen gegen die Gesamteisenkonzentration; die über eine blaue Linie verbundenen Punkte markieren die relativen Abundanzen der mittleren Konzentrationen von insgesamt 7 Konzentrationsklassen, deren Klassengrenzen als graue Senkrechte dargestellt sind; die gestrichelte Senkrechte markiert die Schwerpunktkonzentration (SWP-K)

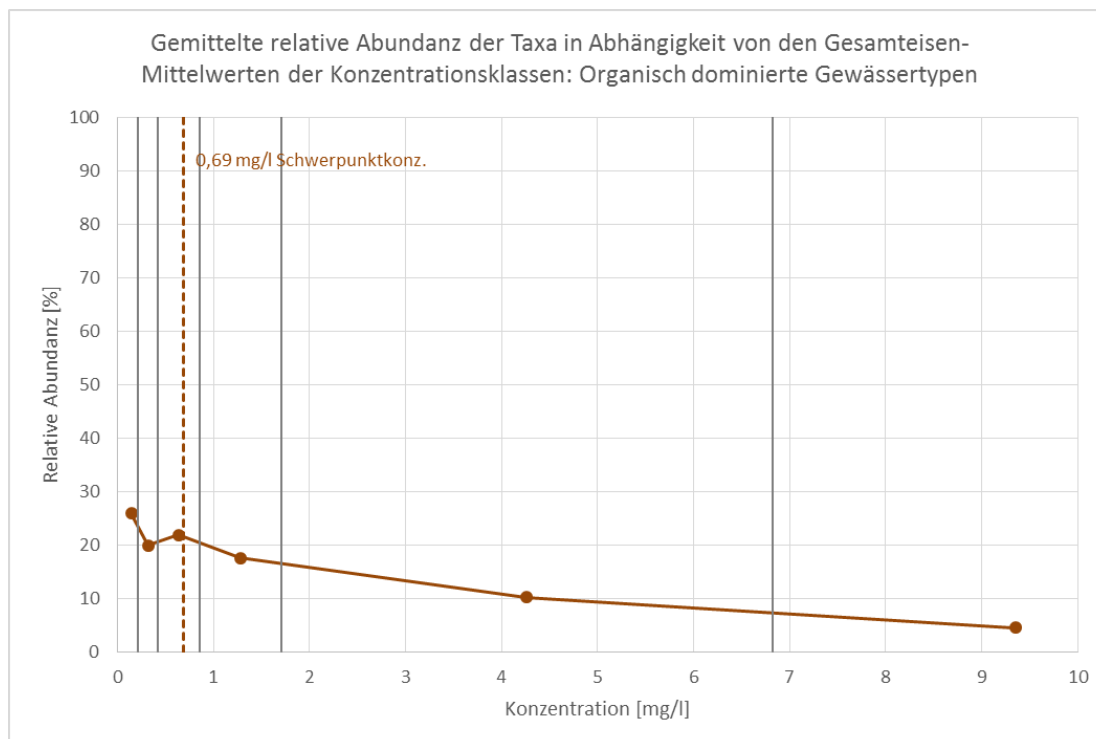


Abbildung 4-52: Mittlere relative Abundanz von 33 ausgewerteten Odonata-Taxa organisch dominierter Gewässertypen gegen die Gesamteisenkonzentration; die über eine braune Linie verbundenen Punkte markieren die relativen Abundanzen der mittleren Konzentrationen von insgesamt 6 Konzentrationsklassen, deren Klassengrenzen als graue Senkrechte dargestellt sind; die gestrichelte Senkrechte markiert die Schwerpunktkonzentration (SWP-K)

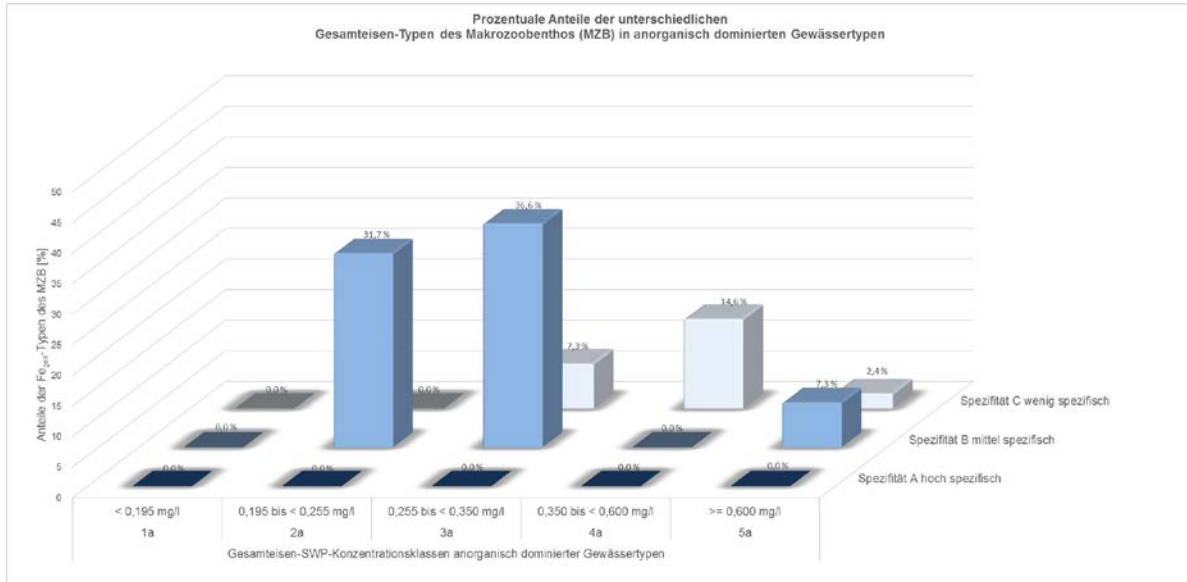


Abbildung 4-53: Prozentuale Anteile der Gesamteisen-Typen der Odonata-Taxa in anorganisch dominierten Gewässertypen

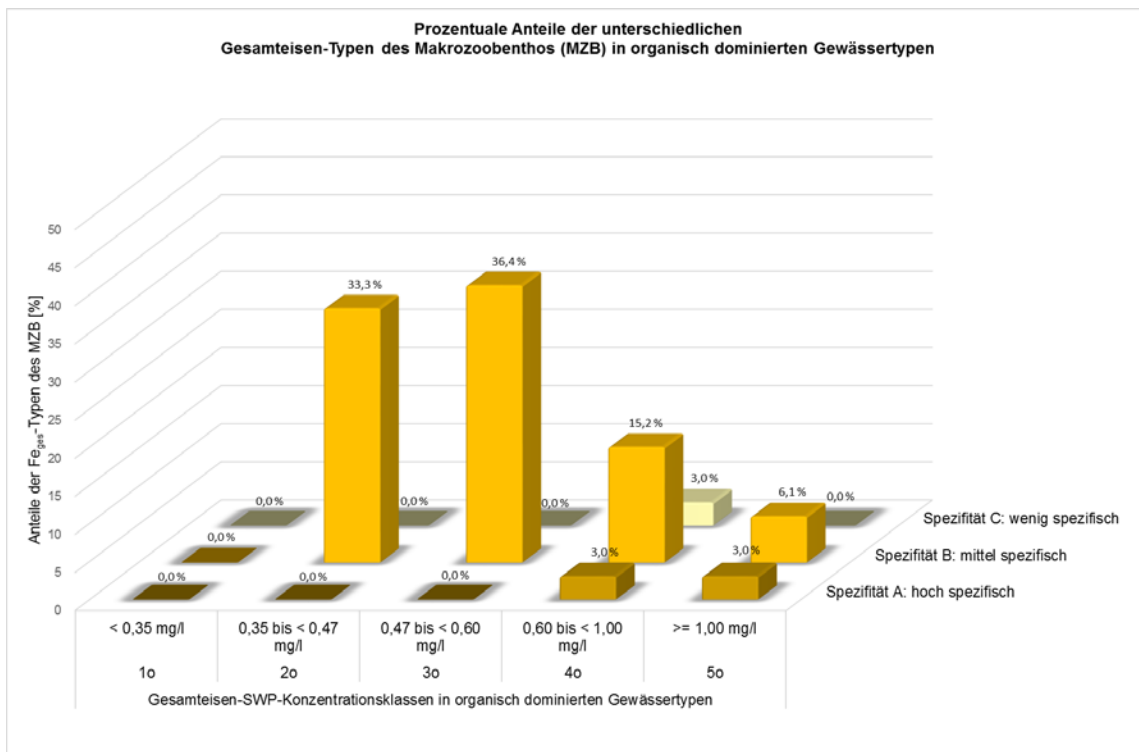


Abbildung 4-54: Prozentuale Anteile der Gesamteisen-Typen der Odonata-Taxa in organisch dominierten Gewässertypen

Bivalvia (Muscheln)

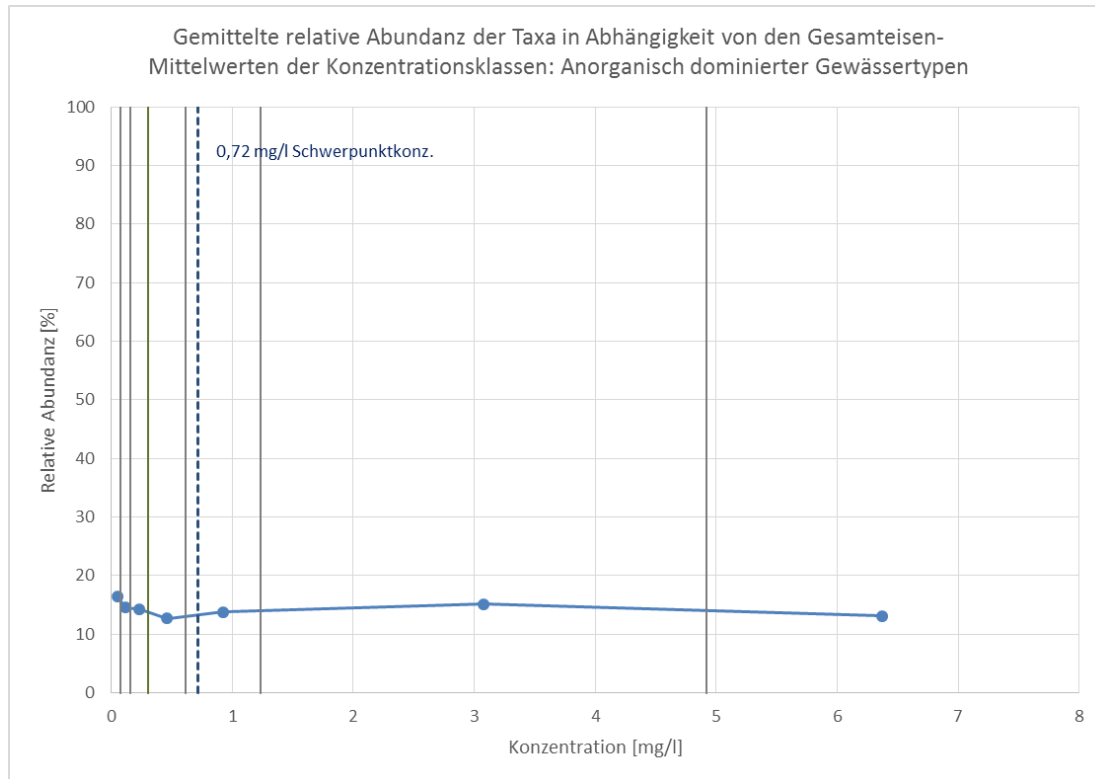


Abbildung 4-55: Mittlere relative Abundanz von 32 ausgewerteten *Bivalvia*-Taxa anorganisch dominierter Gewässertypen gegen die Gesamteisenkonzentration; die über eine blaue Linie verbundenen Punkte markieren die relativen Abundanzen der mittleren Konzentrationen von insgesamt 7 Konzentrationsklassen, deren Klassengrenzen als graue Senkrechte dargestellt sind; die gestrichelte Senkrechte markiert die Schwerpunktkonzentration (SWP-K)

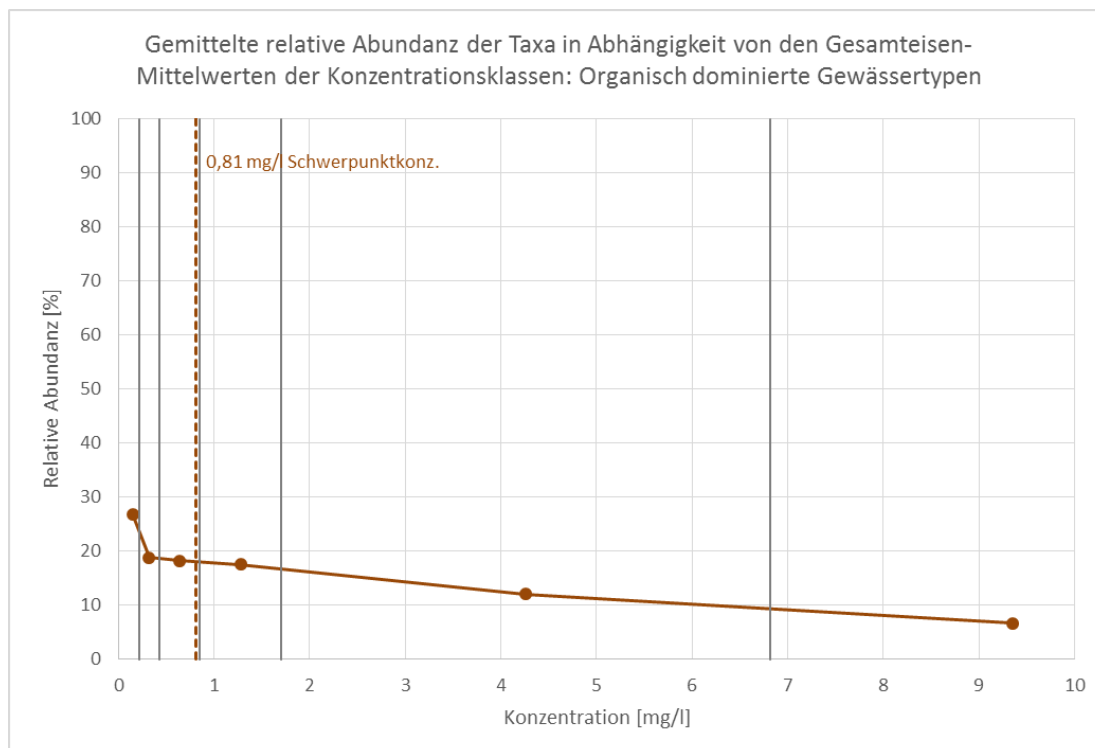


Abbildung 4-56: Mittlere relative Abundanz von 30 ausgewerteten *Bivalvia*-Taxa organisch dominierter Gewässertypen gegen die Gesamteisenkonzentration; die über eine braune Linie verbundenen Punkte markieren die relativen Abundanzen der mittleren Konzentrationen von insgesamt 6 Konzentrationsklassen, deren Klassengrenzen als graue Senkrechte dargestellt sind; die gestrichelte Senkrechte markiert die Schwerpunktkonzentration (SWP-K)

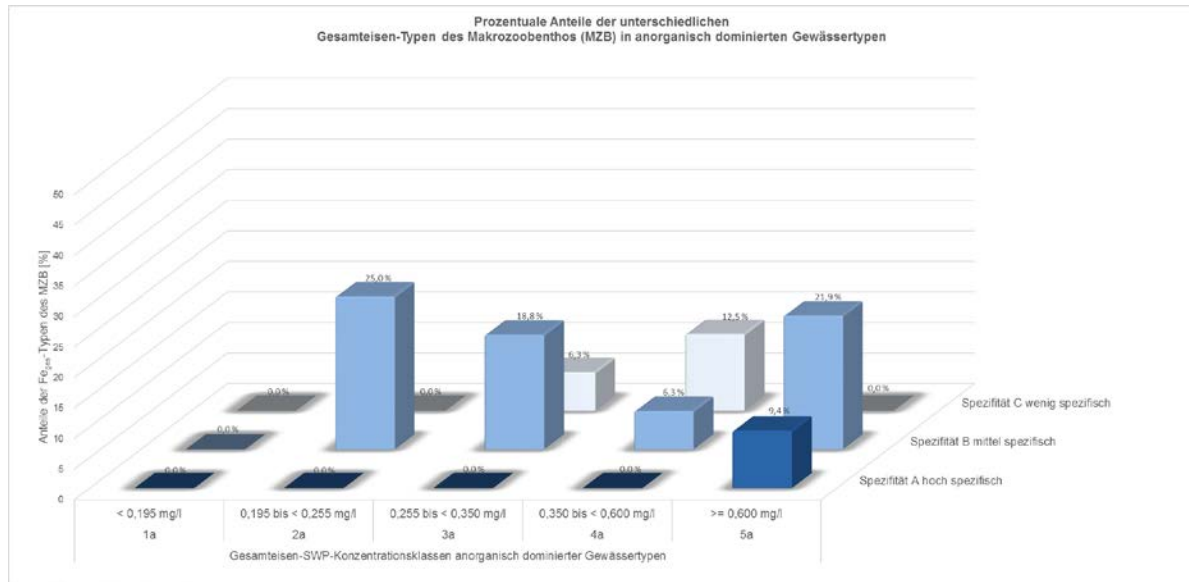


Abbildung 4-57: Prozentuale Anteile der Gesamteisen-Typen der Bivalvia-Taxa in anorganisch dominierten Gewässertypen

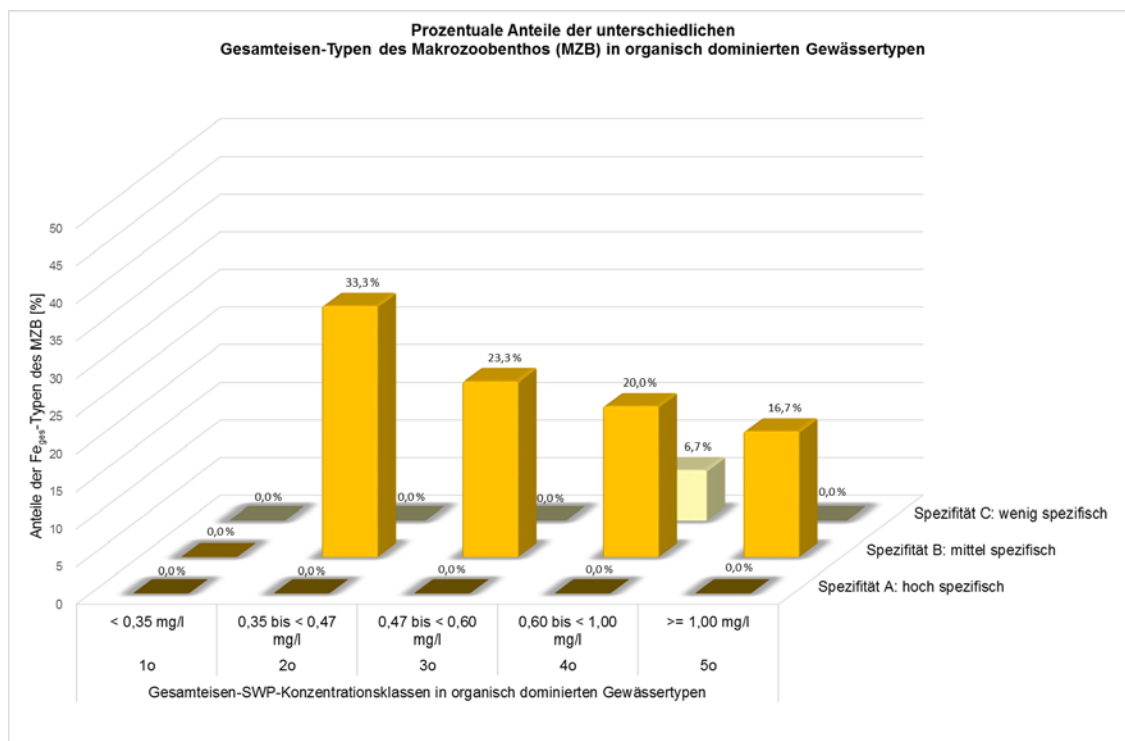


Abbildung 4-58: Prozentuale Anteile der Gesamteisen-Typen der Bivalvia-Taxa in organisch dominierten Gewässertypen

Bivalvia (Muscheln): Familie Dreissenidae (Dreikantmuscheln) & Familie Corbiculidae (Körbchenmuscheln)

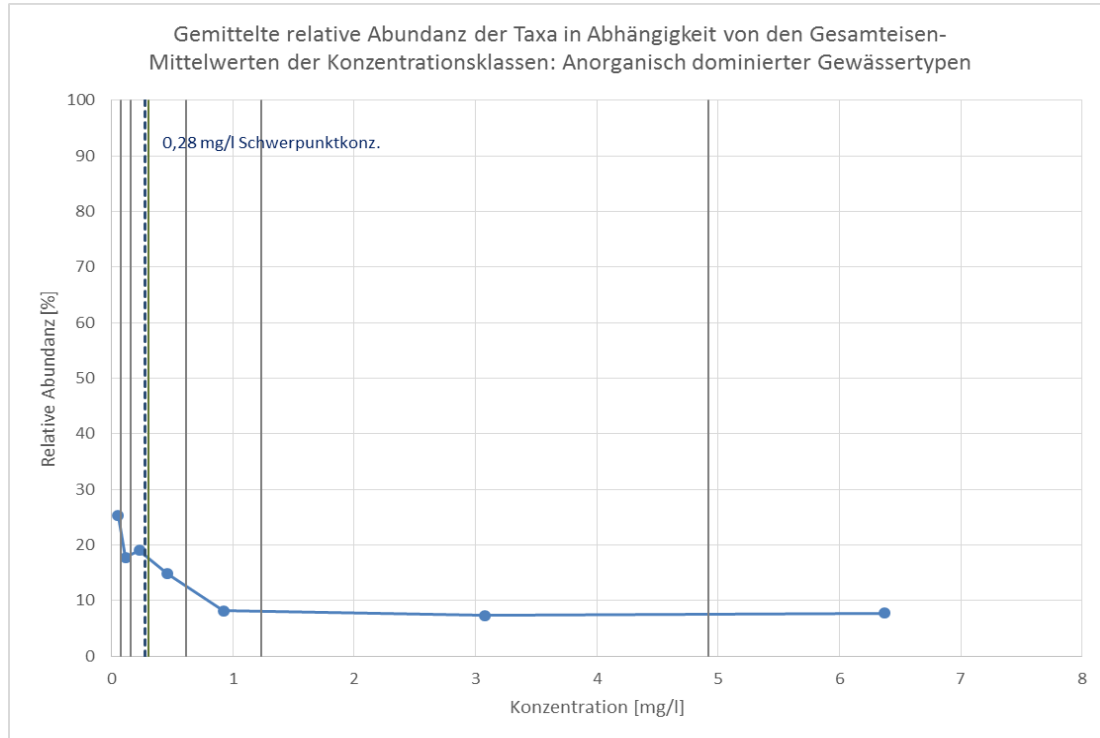


Abbildung 4-59: Mittlere relative Abundanz von 6 ausgewerteten Taxa der Dreissenidae und Corbiculidae anorganisch dominierter Gewässertypen gegen die Gesamteisenkonzentration; die über eine blaue Linie verbundenen Punkte markieren die relativen Abundanzen der mittleren Konzentrationen von insgesamt 7 Konzentrationsklassen, deren Klassengrenzen als graue Senkrechte dargestellt sind; die gestrichelte Senkrechte markiert die Schwerpunktkonzentration (SWP-K)

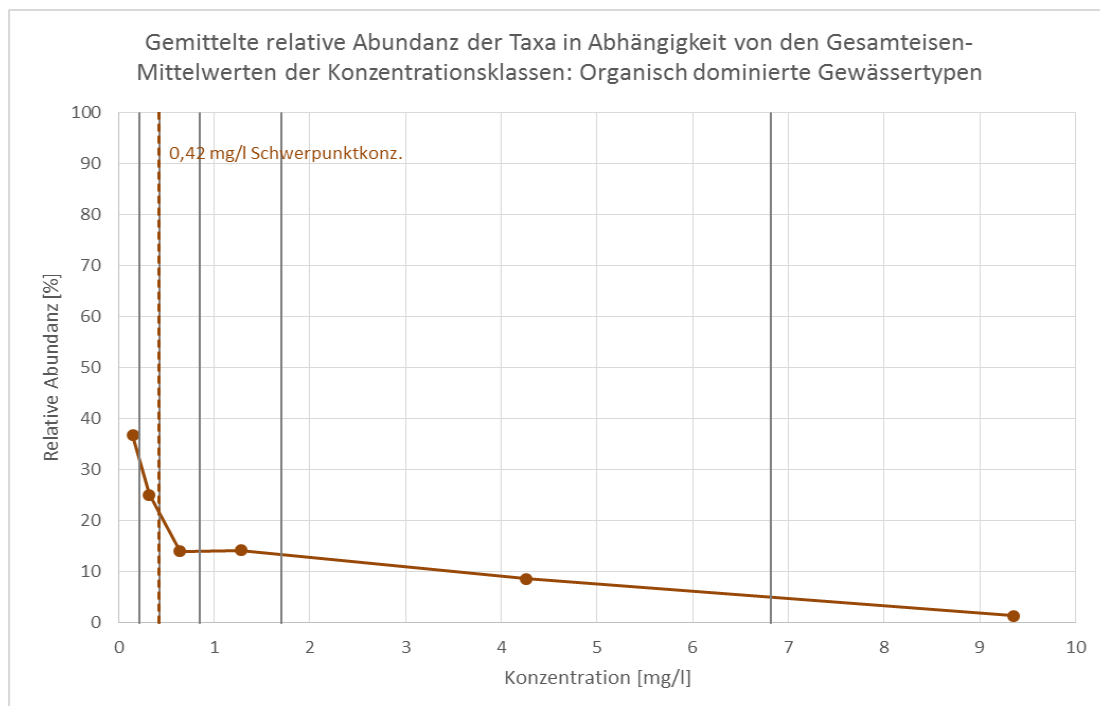


Abbildung 4-60: Mittlere relative Abundanz von 6 ausgewerteten Taxa der Dreissenidae und Corbiculidae organisch dominierter Gewässertypen gegen die Gesamteisenkonzentration; die über eine braune Linie verbundenen Punkte markieren die relativen Abundanzen der mittleren Konzentrationen von insgesamt 6 Konzentrationsklassen, deren Klassengrenzen als graue Senkrechte dargestellt sind; die gestrichelte Senkrechte markiert die Schwerpunktkonzentration (SWP-K)

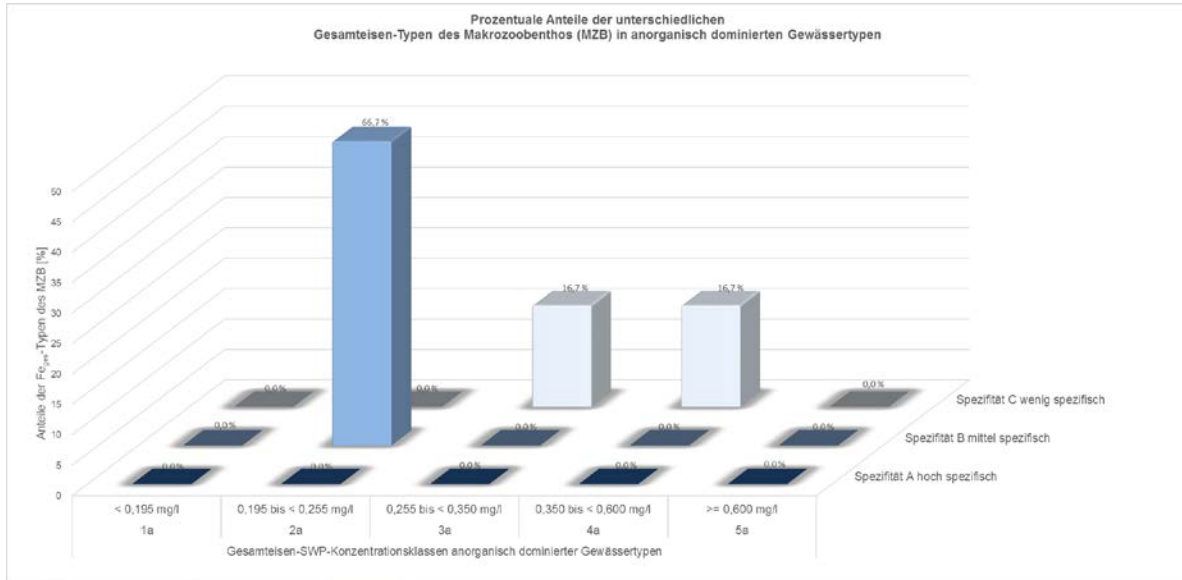


Abbildung 4-61: Prozentuale Anteile der Gesamteisen-Typen der Taxa der Dreisseniidae und Corbiculidae in anorganisch dominierten Gewässertypen

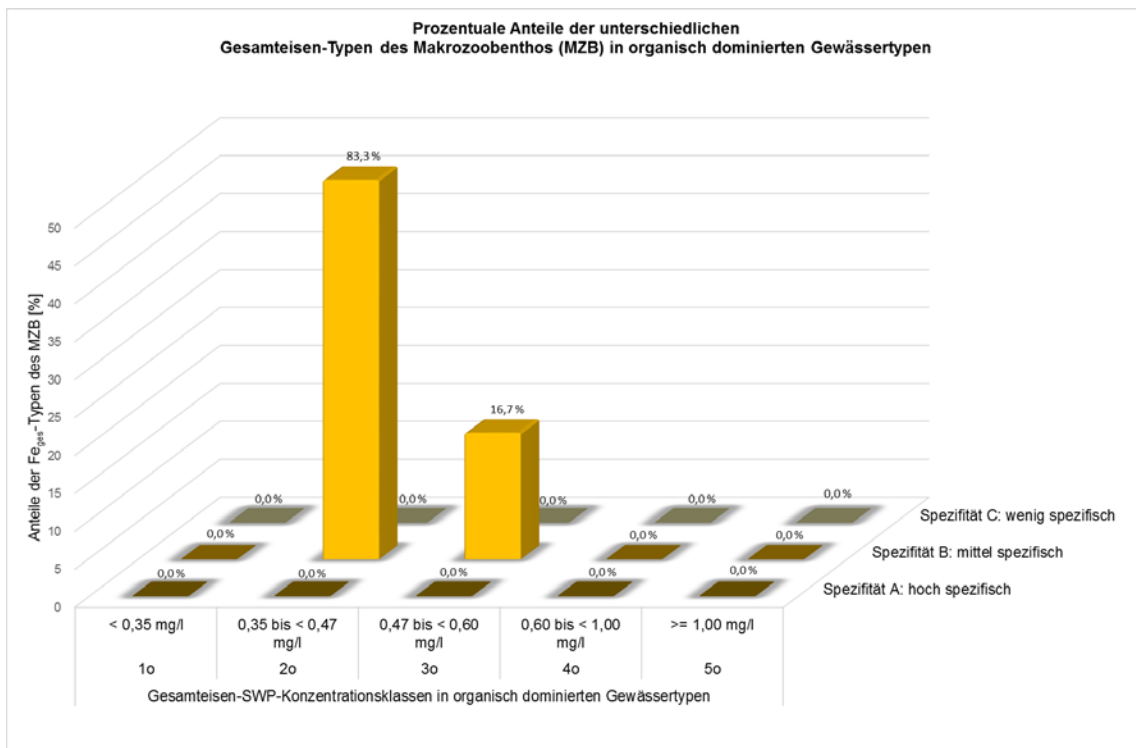


Abbildung 4-62: Prozentuale Anteile der Gesamteisen-Typen der Taxa der Dreisseniidae und Corbiculidae in organisch dominierten Gewässertypen

Bivalvia (Muscheln): Familie Unionidae (Fluss-/Teichmuscheln)

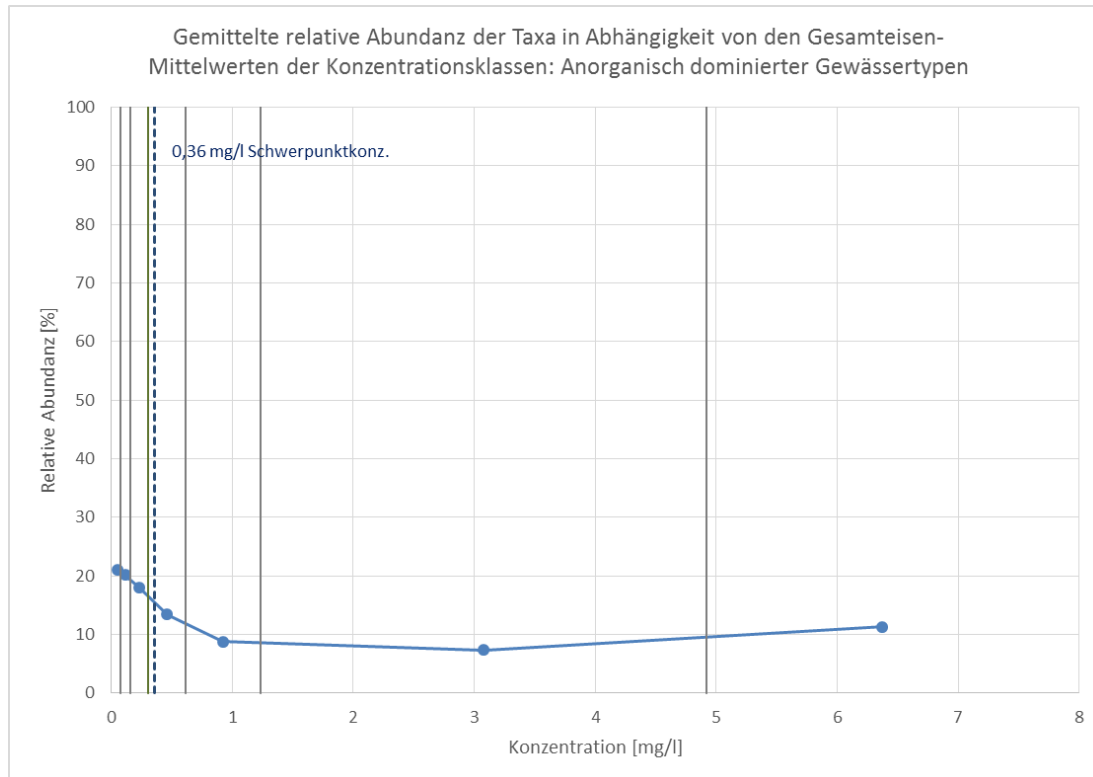


Abbildung 4-63: Mittlere relative Abundanz von 5 ausgewerteten Unionidae-Taxa anorganisch dominierter Gewässertypen gegen die Gesamteisenkonzentration; die über eine blaue Linie verbundenen Punkte markieren die relativen Abundanzen der mittleren Konzentrationen von insgesamt 7 Konzentrationsklassen, deren Klassengrenzen als graue Senkrechte dargestellt sind; die gestrichelte Senkrechte markiert die Schwerpunktkonzentration (SWP-K)

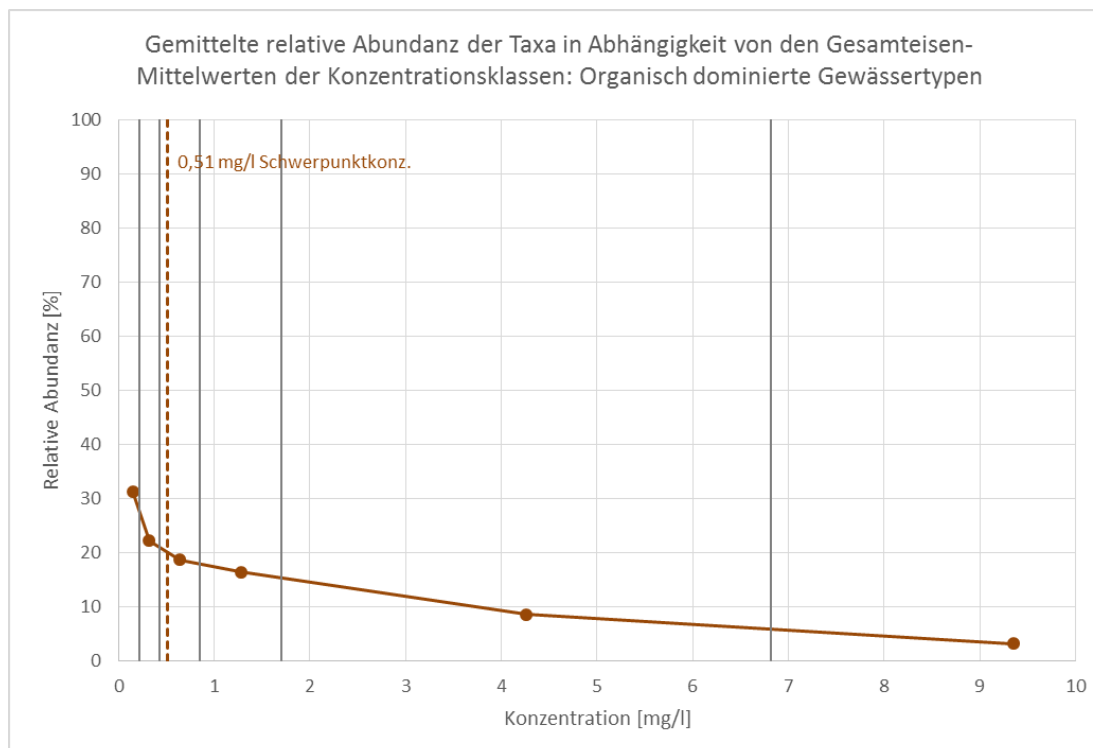


Abbildung 4-64: Mittlere relative Abundanz von 4 ausgewerteten Unionidae-Taxa organisch dominierter Gewässertypen gegen die Gesamteisenkonzentration; die über eine braune Linie verbundenen Punkte markieren die relativen Abundanzen der mittleren Konzentrationen von insgesamt 6 Konzentrationsklassen, deren Klassengrenzen als graue Senkrechte dargestellt sind; die gestrichelte Senkrechte markiert die Schwerpunktkonzentration (SWP-K)

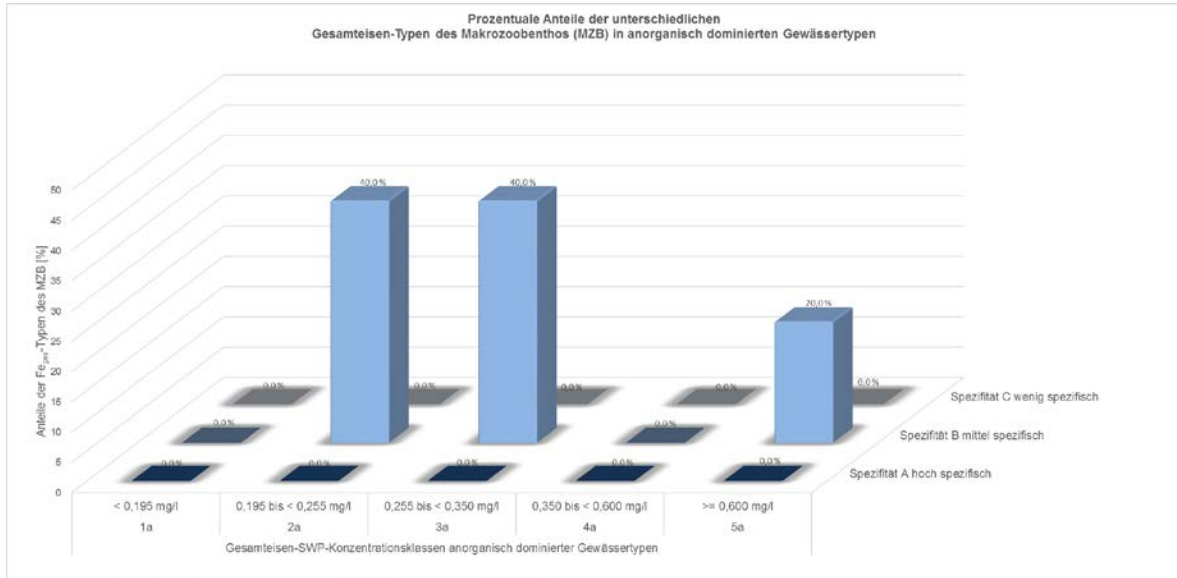


Abbildung 4-65: Prozentuale Anteile der Gesamteisen-Typen der Unionidae-Taxa in anorganisch dominierten Gewässertypen

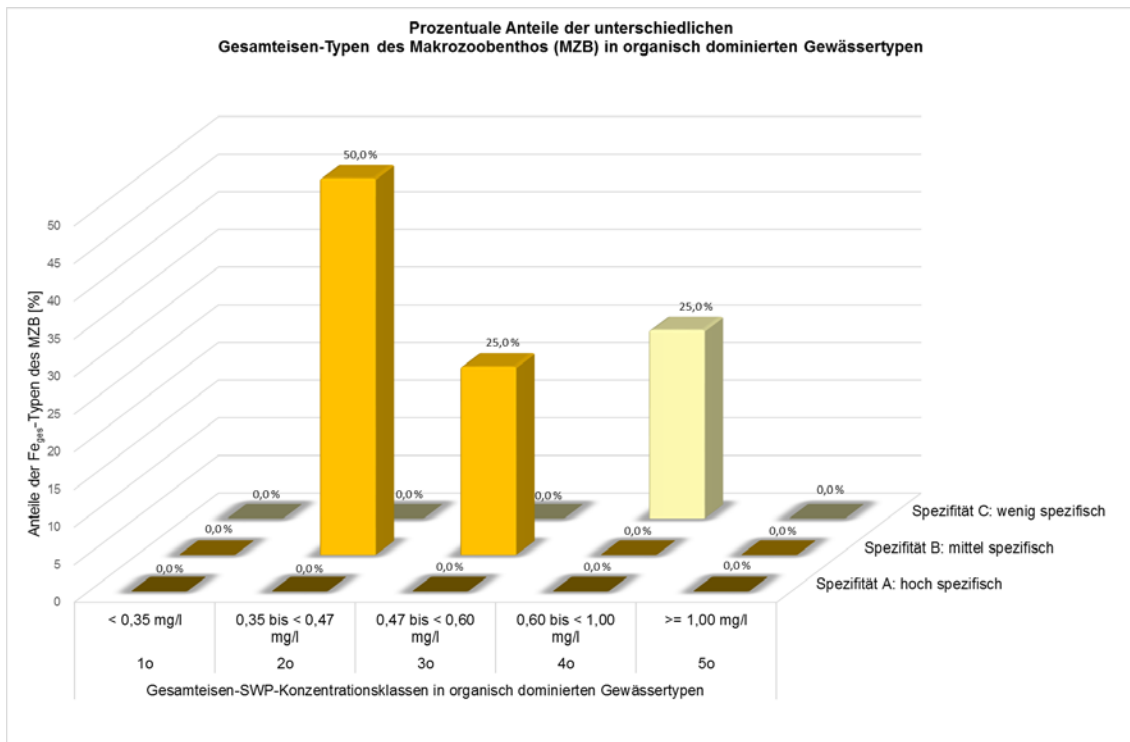


Abbildung 4-66: Prozentuale Anteile der Gesamteisen-Typen der Unionidae-Taxa in organisch dominierten Gewässertypen

Bivalvia (Muscheln): Familie Sphaeriidae (Kugelmuscheln)

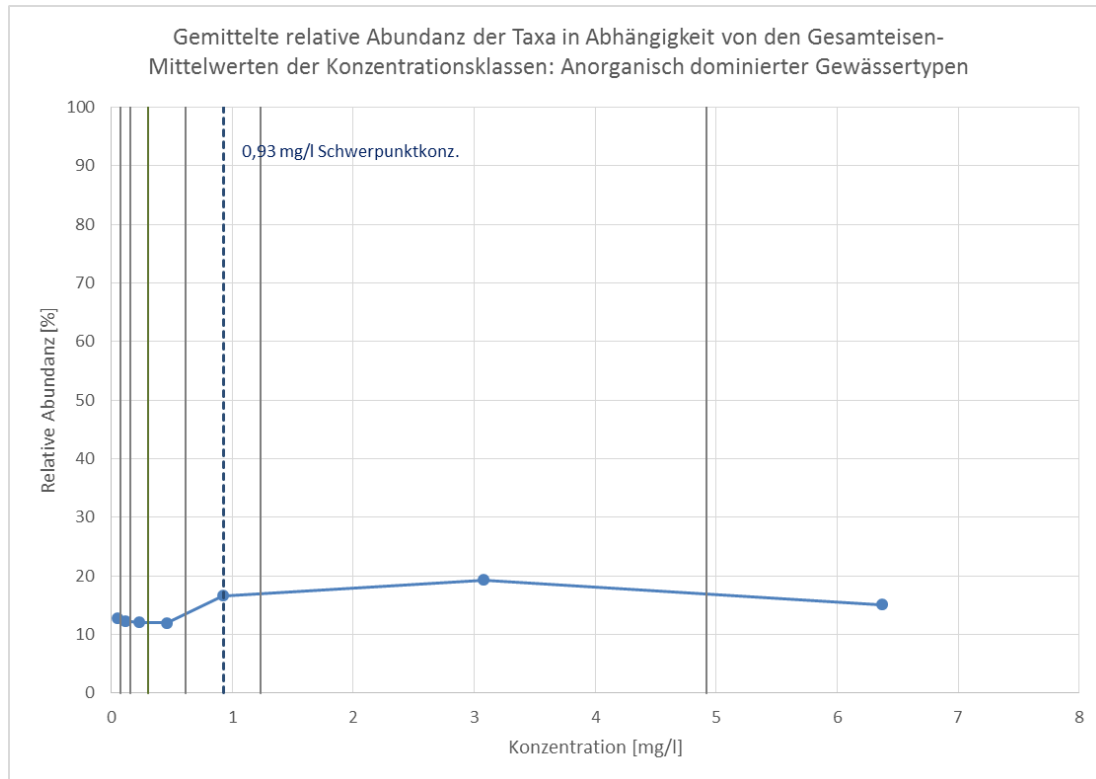


Abbildung 4-67: Mittlere relative Abundanz von 21 ausgewerteten Sphaeriidae-Taxa anorganisch dominierter Gewässertypen gegen die Gesamteisenkonzentration; die über eine blaue Linie verbundenen Punkte markieren die relativen Abundanzen der mittleren Konzentrationen von insgesamt 7 Konzentrationsklassen, deren Klassengrenzen als graue Senkrechte dargestellt sind; die gestrichelte Senkrechte markiert die Schwerpunktkonzentration (SWP-K)

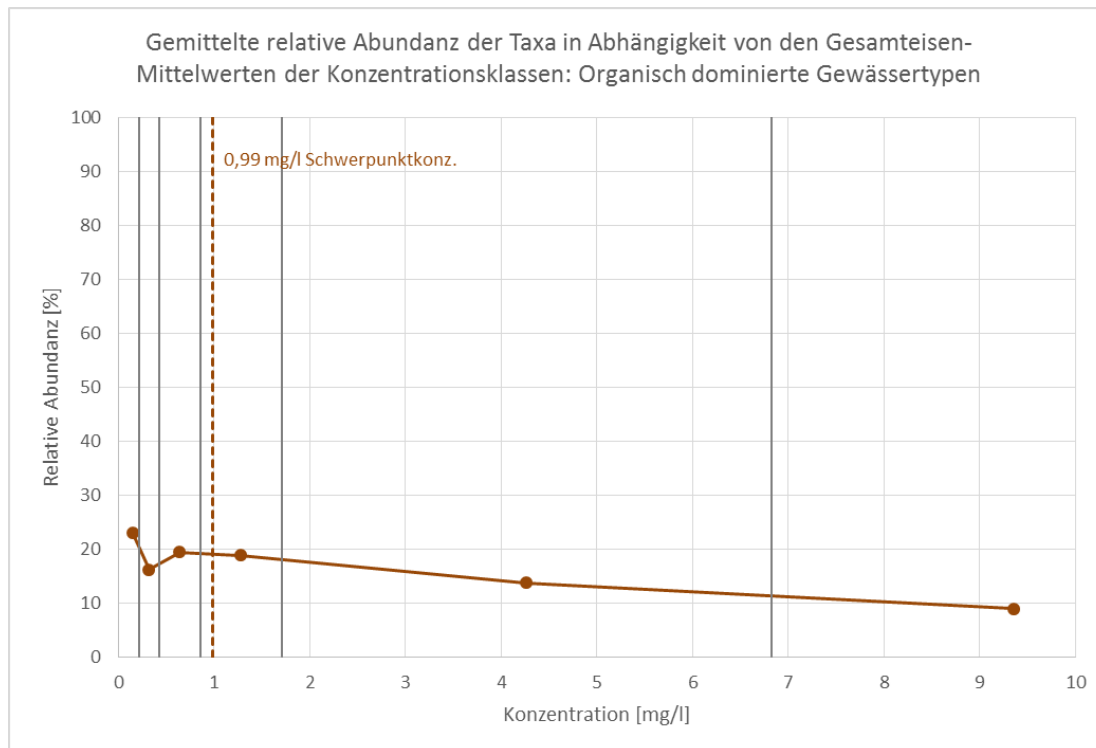


Abbildung 4-68: Mittlere relative Abundanz von 20 ausgewerteten Sphaeriidae-Taxa organisch dominierter Gewässertypen gegen die Gesamteisenkonzentration; die über eine braune Linie verbundenen Punkte markieren die relativen Abundanzen der mittleren Konzentrationen von insgesamt 6 Konzentrationsklassen, deren Klassengrenzen als graue Senkrechte dargestellt sind; die gestrichelte Senkrechte markiert die Schwerpunktkonzentration (SWP-K)

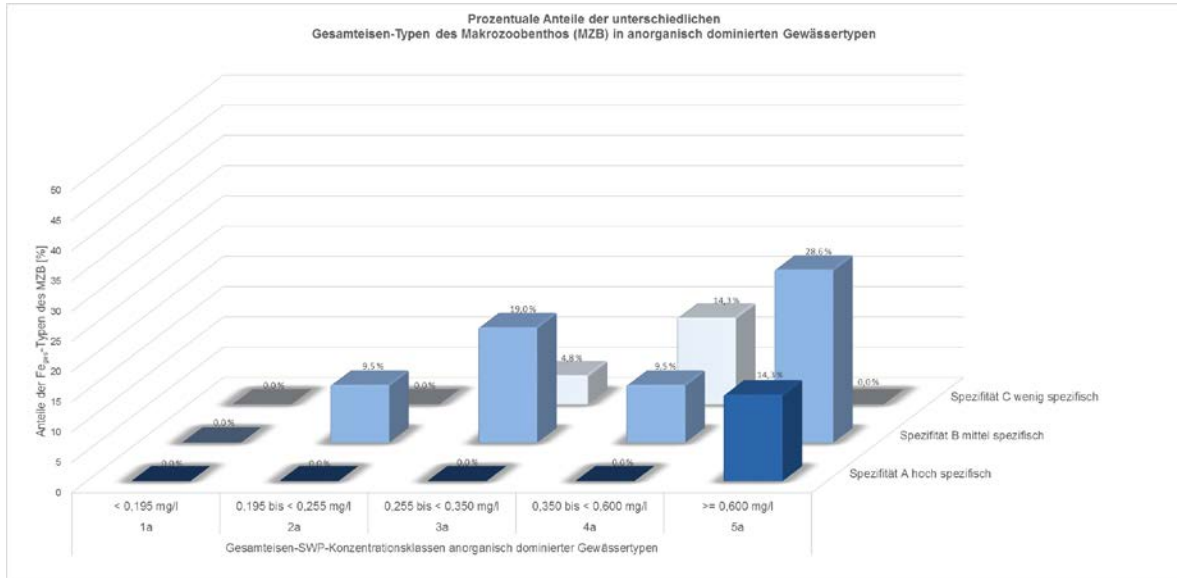


Abbildung 4-69: Prozentuale Anteile der Gesamteisen-Typen der Sphaeriidae-Taxa in anorganisch dominierten Gewässertypen

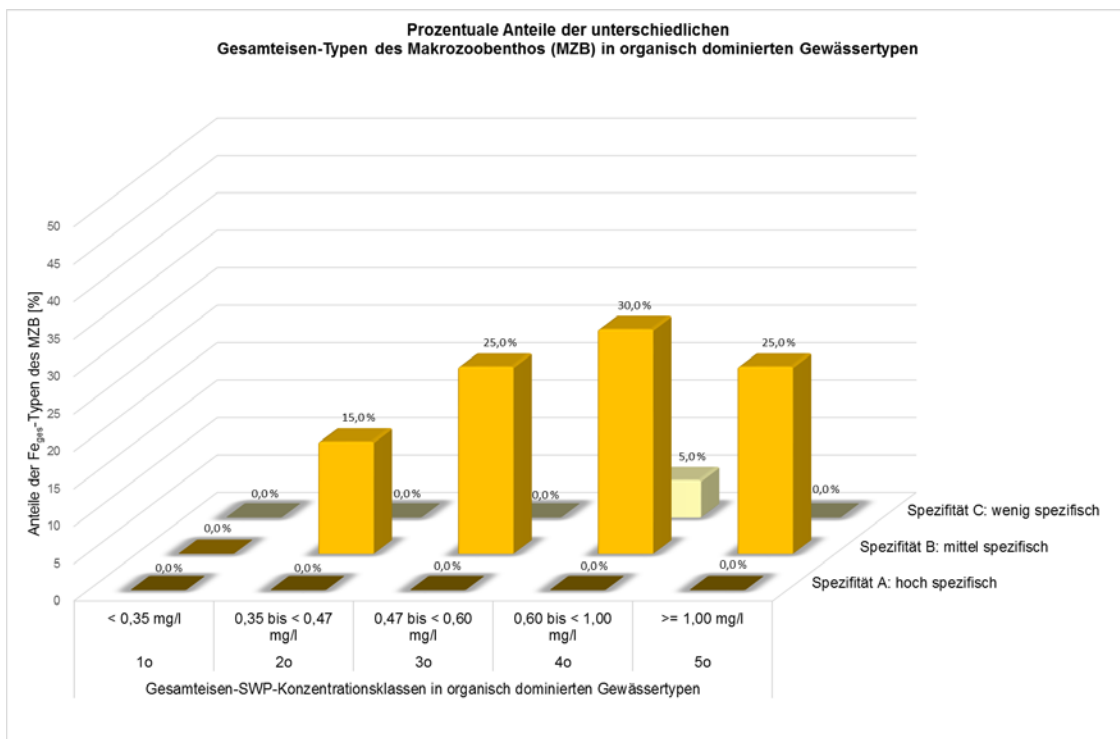


Abbildung 4-70: Prozentuale Anteile der Gesamteisen-Typen der Sphaeriidae-Taxa in organisch dominierten Gewässertypen

Diptera (Zweiflügler)

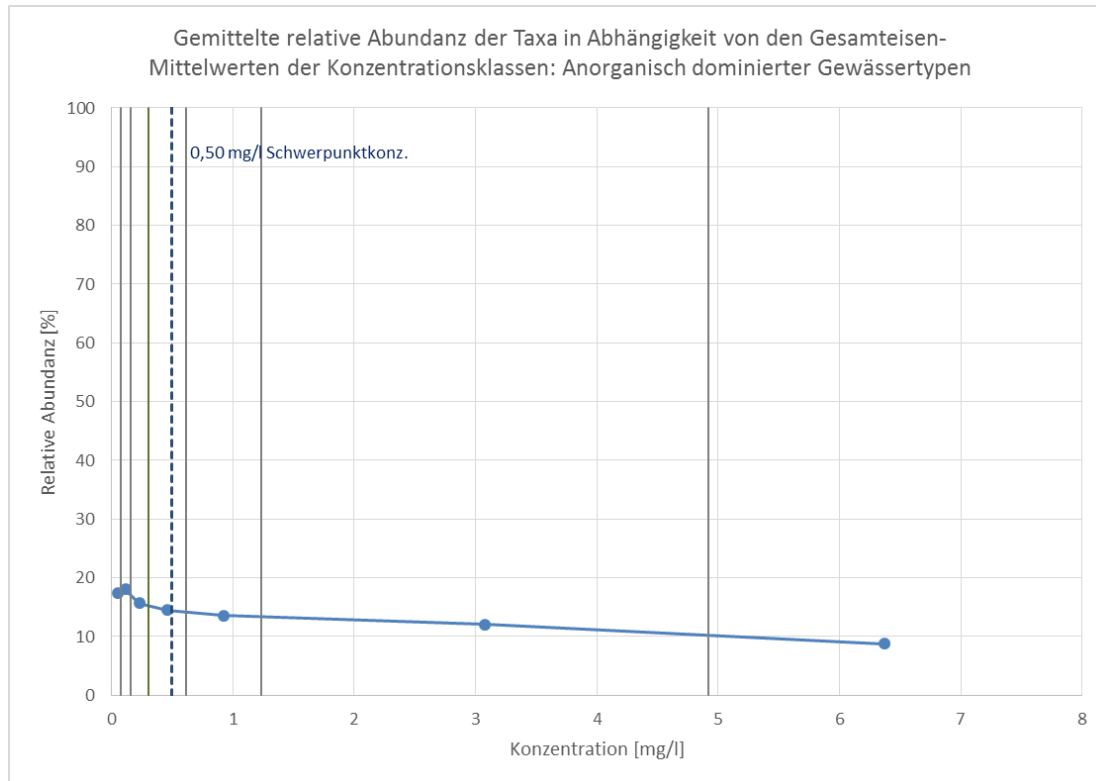


Abbildung 4-71: Mittlere relative Abundanz von 203 ausgewerteten Diptera-Taxa anorganisch dominierter Gewässertypen gegen die Gesamteisenkonzentration; die über eine blaue Linie verbundenen Punkte markieren die relativen Abundanzen der mittleren Konzentrationen von insgesamt 7 Konzentrationsklassen, deren Klassengrenzen als graue Senkrechte dargestellt sind; die gestrichelte Senkrechte markiert die Schwerpunktkonzentration (SWP-K)

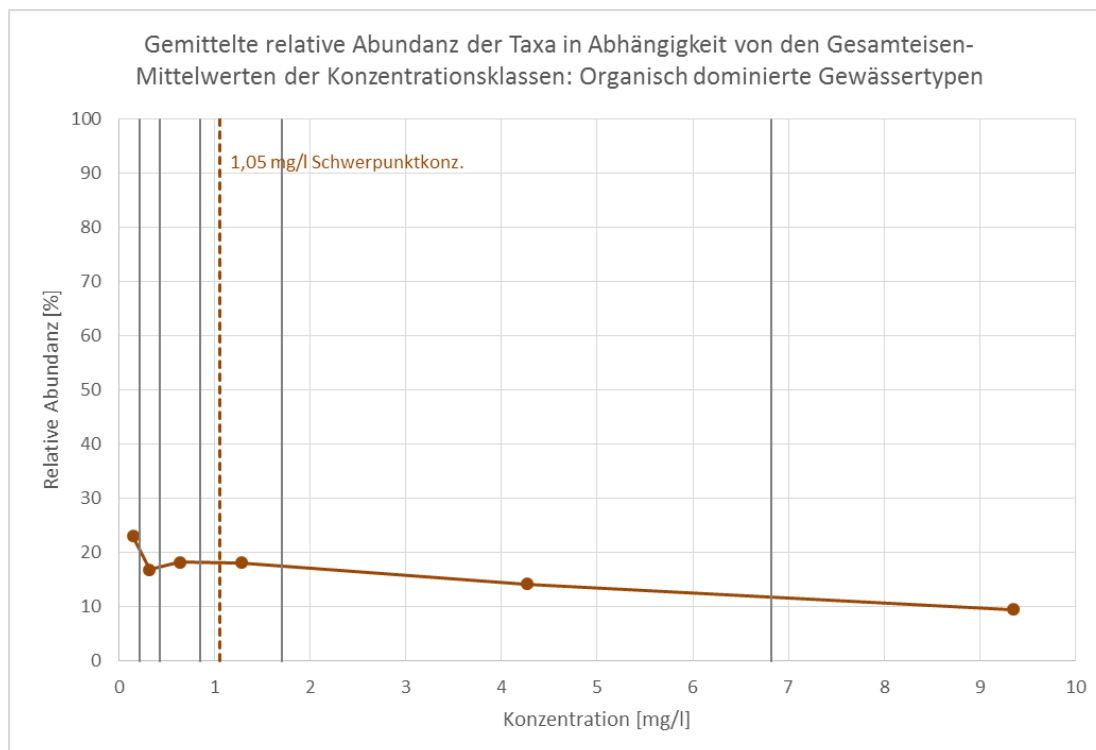


Abbildung 4-72: Mittlere relative Abundanz von 170 ausgewerteten Diptera-Taxa organisch dominierter Gewässertypen gegen die Gesamteisenkonzentration; die über eine braune Linie verbundenen Punkte markieren die relativen Abundanzen der mittleren Konzentrationen von insgesamt 6 Konzentrationsklassen, deren Klassengrenzen als graue Senkrechte dargestellt sind; die gestrichelte Senkrechte markiert die Schwerpunktkonzentration (SWP-K)

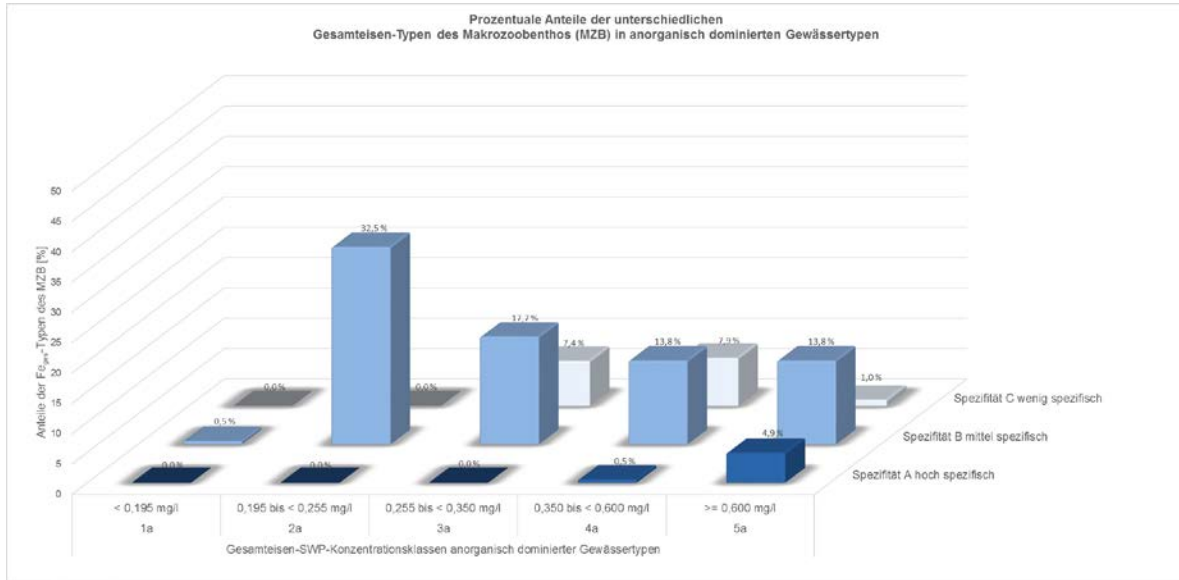


Abbildung 4-73: Prozentuale Anteile der Gesamteisen-Typen der Diptera-Taxa in anorganisch dominierten Gewässertypen

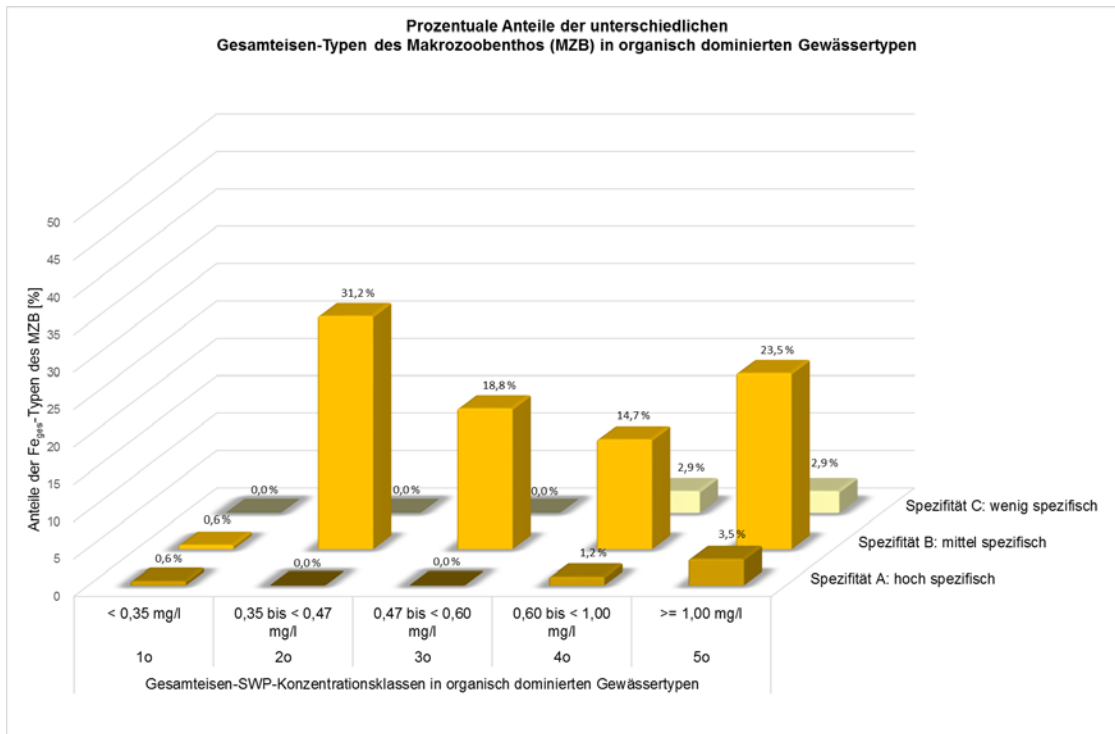


Abbildung 4-74: Prozentuale Anteile der Gesamteisen-Typen der Diptera-Taxa in organisch dominierten Gewässertypen

Diptera (Zweiflügler): Familie Simuliidae (Kriebelmücken)

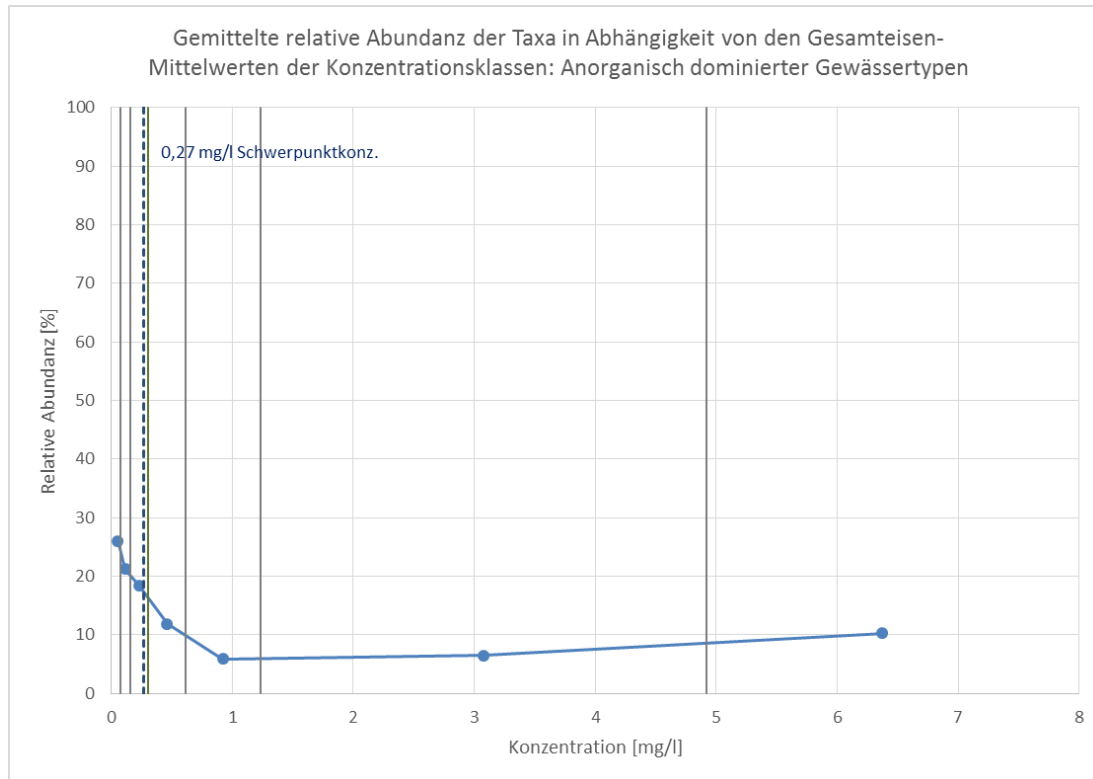


Abbildung 4-75: Mittlere relative Abundanz von 34 ausgewerteten Simuliidae-Taxa anorganisch dominierter Gewässertypen gegen die Gesamteisenkonzentration; die über eine blaue Linie verbundenen Punkte markieren die relativen Abundanzen der mittleren Konzentrationen von insgesamt 7 Konzentrationsklassen, deren Klassengrenzen als graue Senkrechte dargestellt sind; die gestrichelte Senkrechte markiert die Schwerpunktkonzentration (SWP-K)

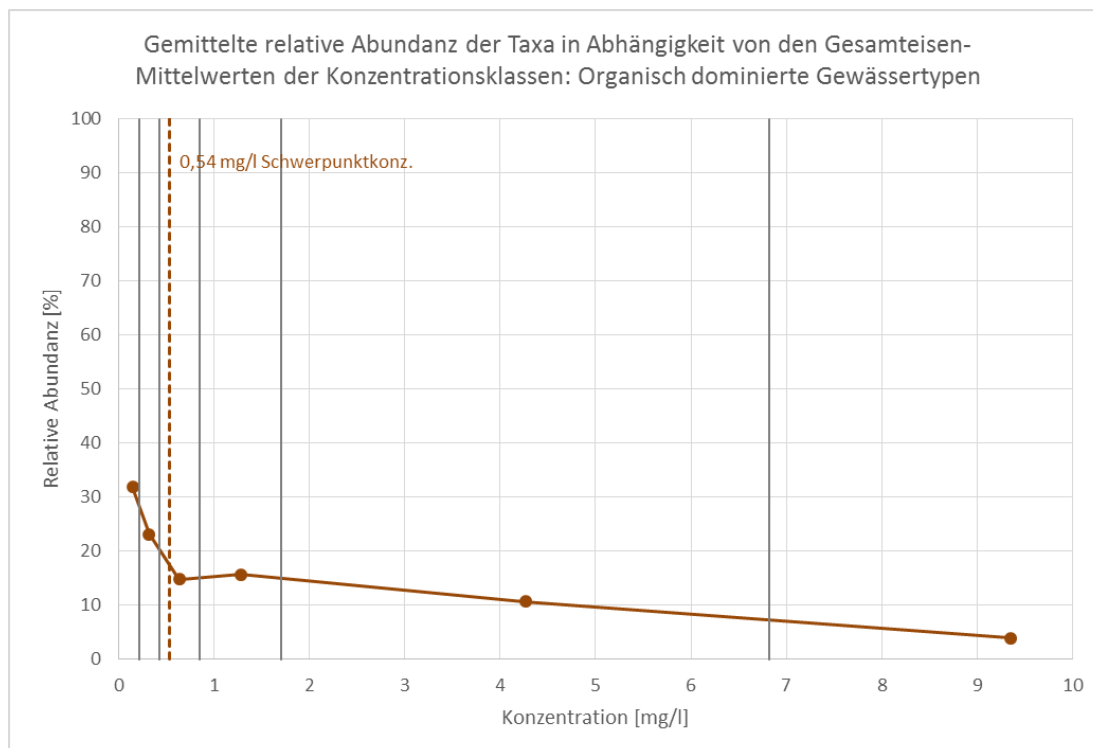


Abbildung 4-76: Mittlere relative Abundanz von 30 ausgewerteten Simuliidae-Taxa organisch dominierter Gewässertypen gegen die Gesamteisenkonzentration; die über eine braune Linie verbundenen Punkte markieren die relativen Abundanzen der mittleren Konzentrationen von insgesamt 6 Konzentrationsklassen, deren Klassengrenzen als graue Senkrechte dargestellt sind; die gestrichelte Senkrechte markiert die Schwerpunktkonzentration (SWP-K)

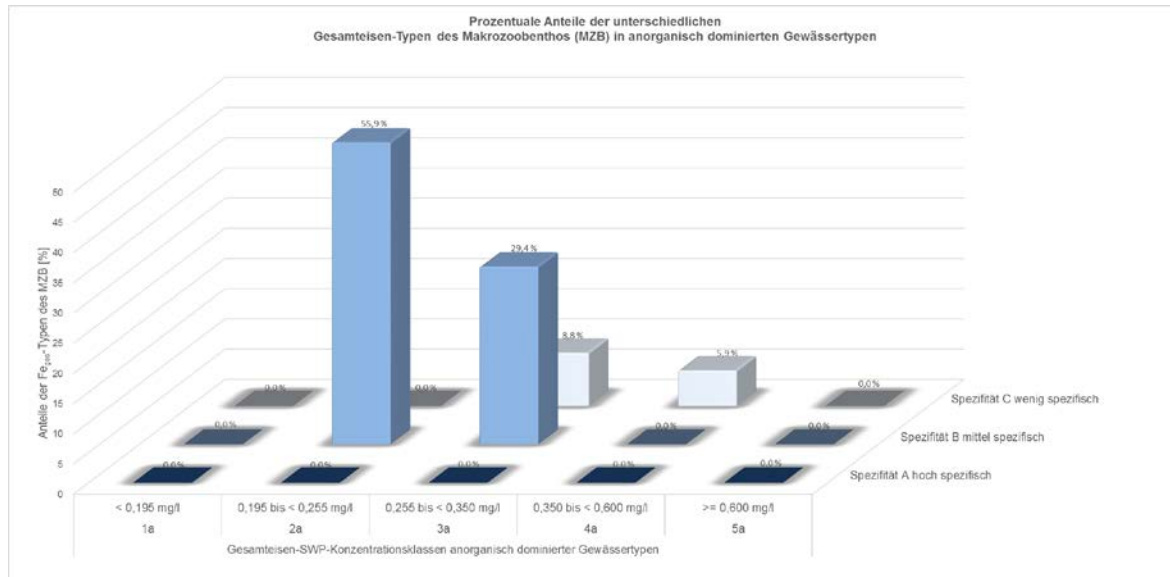


Abbildung 4-77: Prozentuale Anteile der Gesamteisen-Typen der Simuliidae-Taxa in anorganisch dominierten Gewässertypen

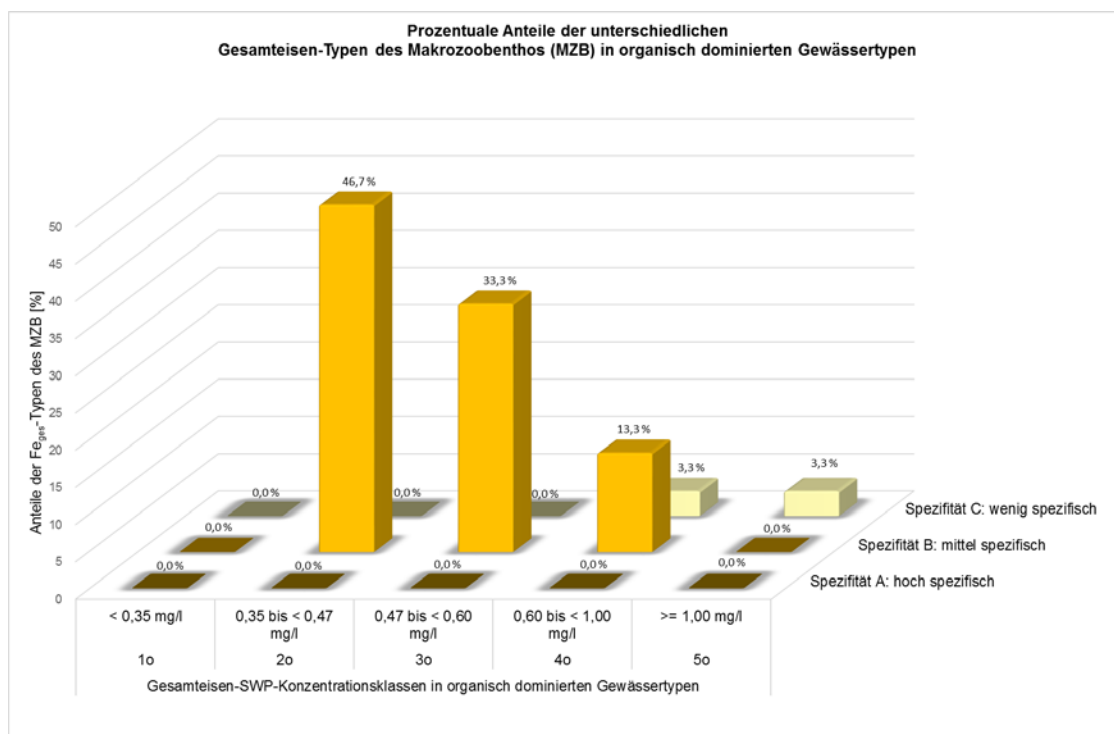


Abbildung 4-78: Prozentuale Anteile der Gesamteisen-Typen der Simuliidae-Taxa in organisch dominierten Gewässertypen

Taxagruppe Diptera (Zweiflügler): Familie Chironomidae (Zuckmücken)

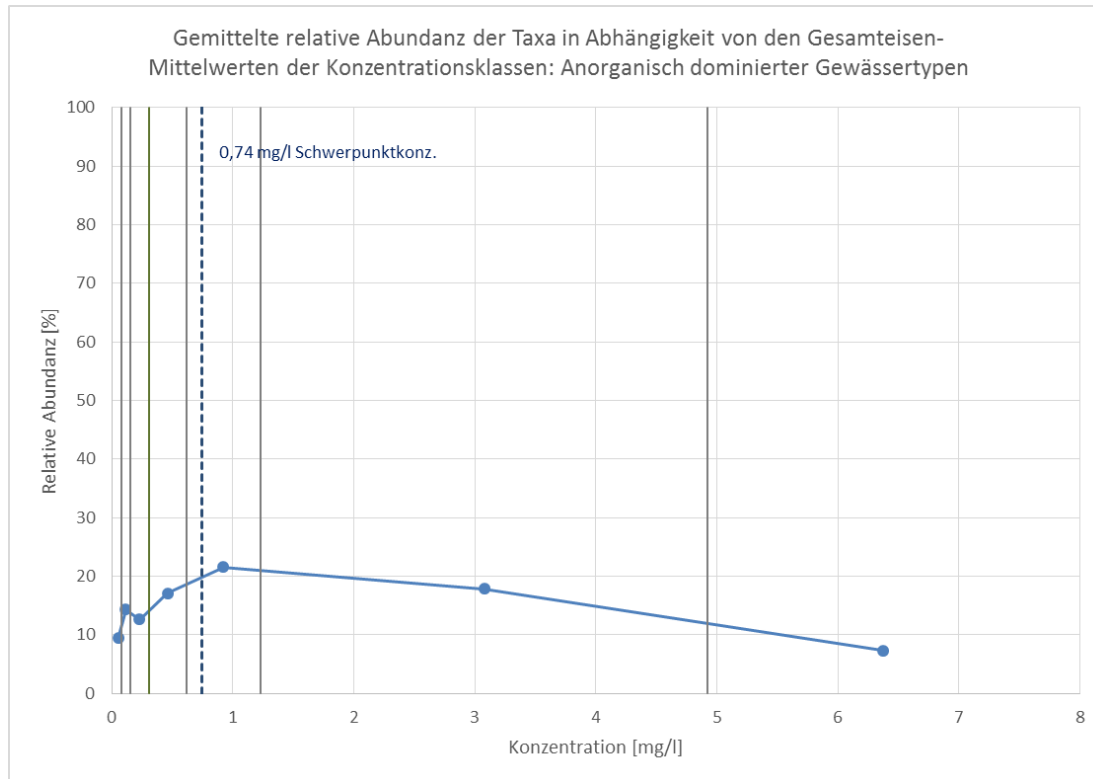


Abbildung 4-79: Mittlere relative Abundanz von 98 ausgewerteten Chironomidae-Taxa anorganisch dominierter Gewässertypen gegen die Gesamteisenkonzentration; die über eine blaue Linie verbundenen Punkte markieren die relativen Abundanzen der mittleren Konzentrationen von insgesamt 7 Konzentrationsklassen, deren Klassengrenzen als graue Senkrechte dargestellt sind; die gestrichelte Senkrechte markiert die Schwerpunktkonzentration (SWP-K)

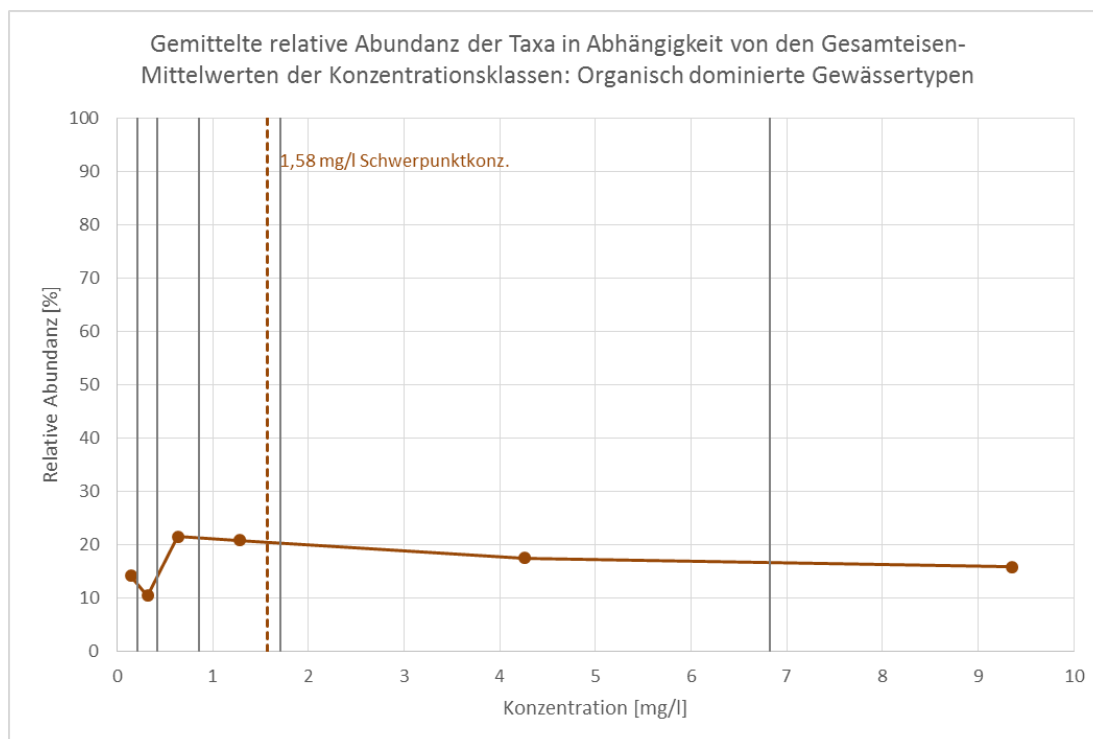


Abbildung 4-80: Mittlere relative Abundanz von 85 ausgewerteten Chironomidae-Taxa organisch dominierter Gewässertypen gegen die Gesamteisenkonzentration; die über eine braune Linie verbundenen Punkte markieren die relativen Abundanzen der mittleren Konzentrationen von insgesamt 6 Konzentrationsklassen, deren Klassengrenzen als graue Senkrechte dargestellt sind; die gestrichelte Senkrechte markiert die Schwerpunktkonzentration (SWP-K)

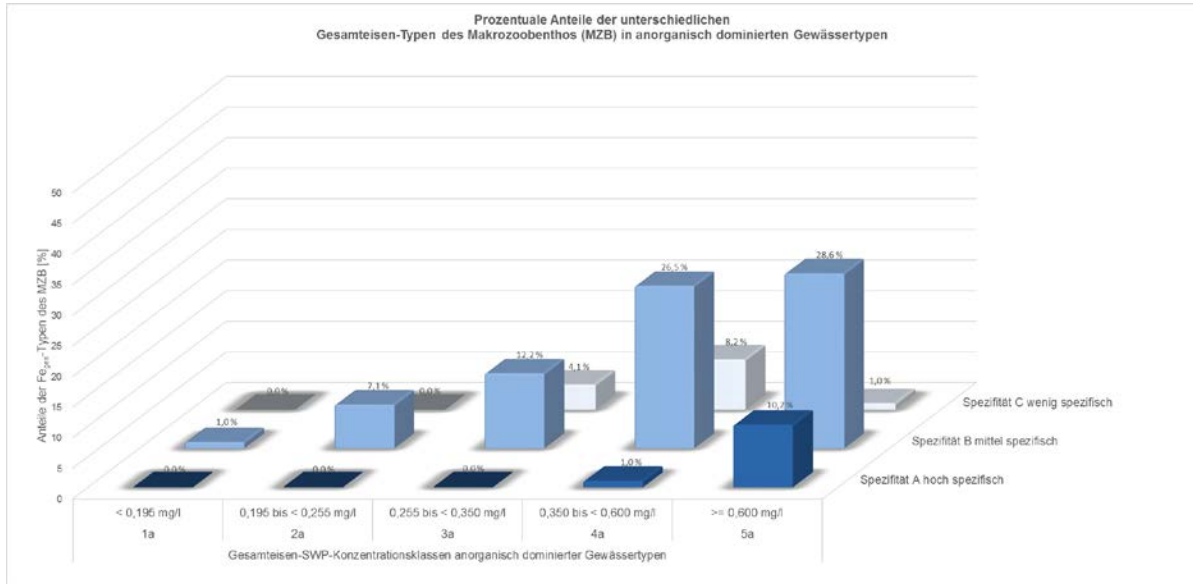


Abbildung 4-81: Prozentuale Anteile der Gesamteisen-Typen der Chironomidae-Taxa in anorganisch dominierten Gewässertypen

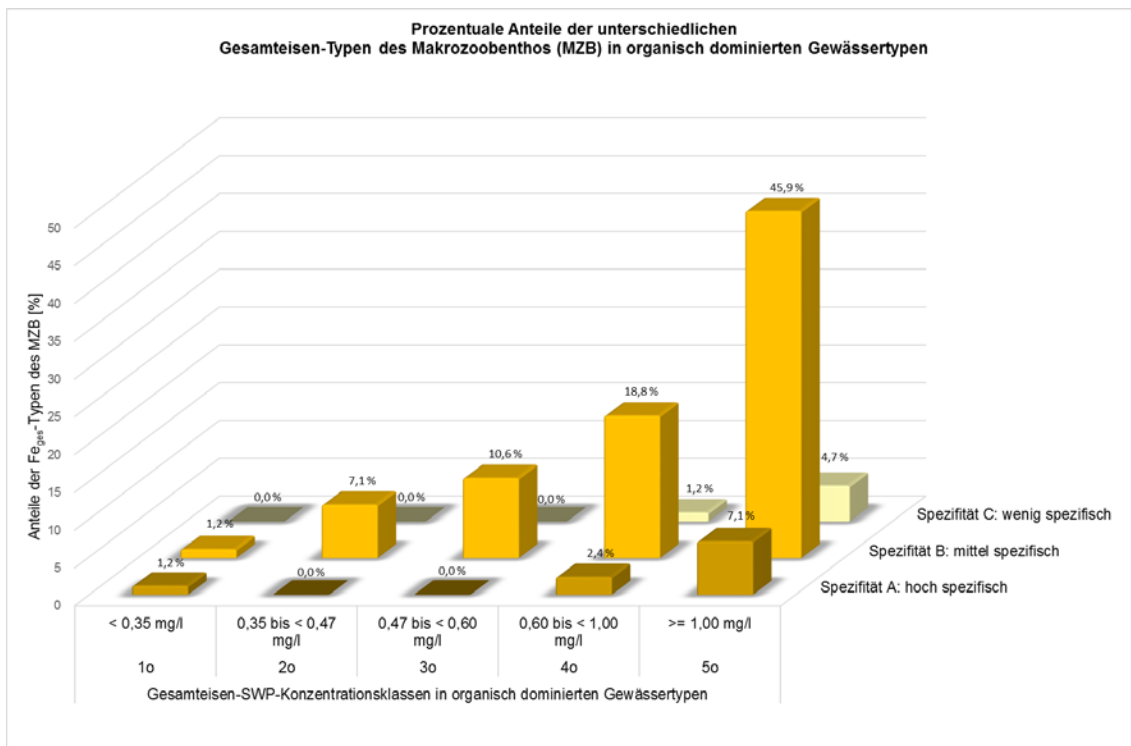


Abbildung 4-82: Prozentuale Anteile der Gesamteisen-Typen der Chironomidae-Taxa in organisch dominierten Gewässertypen

Diptera (Zweiflügler): Familie Chironomidae (Zuckmücken): Unterfamilie Diamesinae und Unterfamilie Prodiamesinae

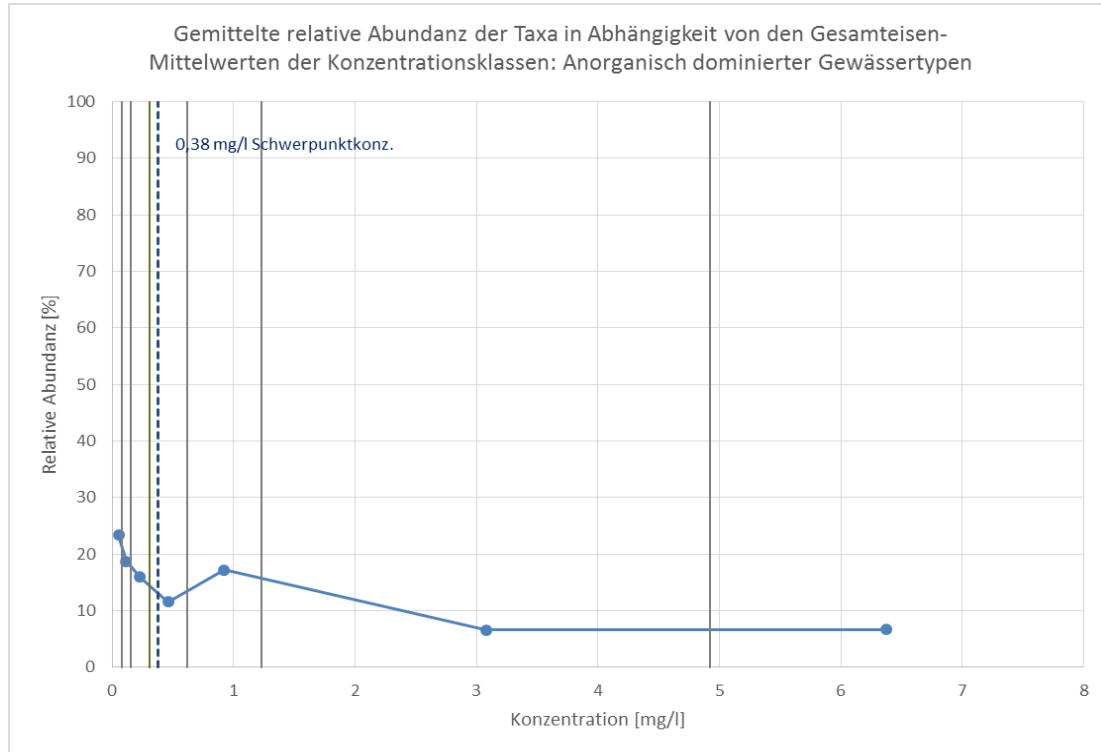


Abbildung 4-83: Mittlere relative Abundanz von 9 ausgewerteten Taxa der Diamesinae und Prodiamesinae anorganisch dominierter Gewässertypen gegen die Gesamteisenkonzentration; die über eine blaue Linie verbundenen Punkte markieren die relativen Abundanzen der mittleren Konzentrationen von insgesamt 7 Konzentrationsklassen, deren Klassengrenzen als graue Senkrechte dargestellt sind; die gestrichelte Senkrechte markiert die Schwerpunktkonzentration (SWP-K)

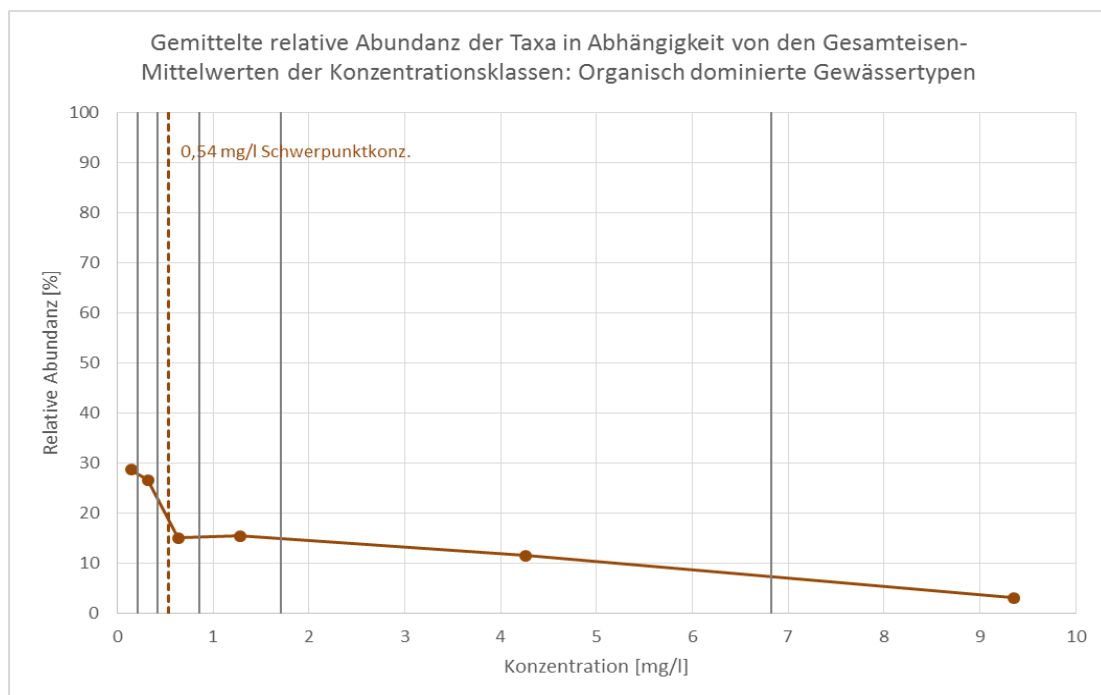


Abbildung 4-84: Mittlere relative Abundanz von 5 ausgewerteten Taxa der Diamesinae und Prodiamesinae organisch dominierter Gewässertypen gegen die Gesamteisenkonzentration; die über eine braune Linie verbundenen Punkte markieren die relativen Abundanzen der mittleren Konzentrationen von insgesamt 6 Konzentrationsklassen, deren Klassengrenzen als graue Senkrechte dargestellt sind; die gestrichelte Senkrechte markiert die Schwerpunktkonzentration (SWP-K)

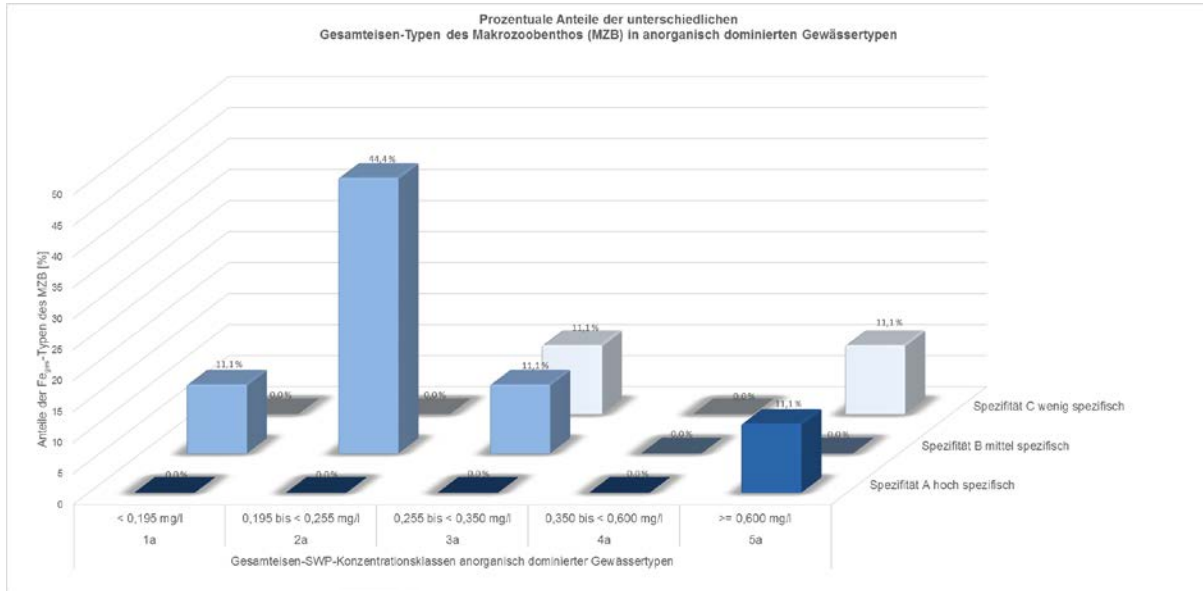


Abbildung 4-85: Prozentuale Anteile der Gesamteisen-Typen der Taxa der Diamesinae und Prodiamesinae in anorganisch dominierten Gewässertypen

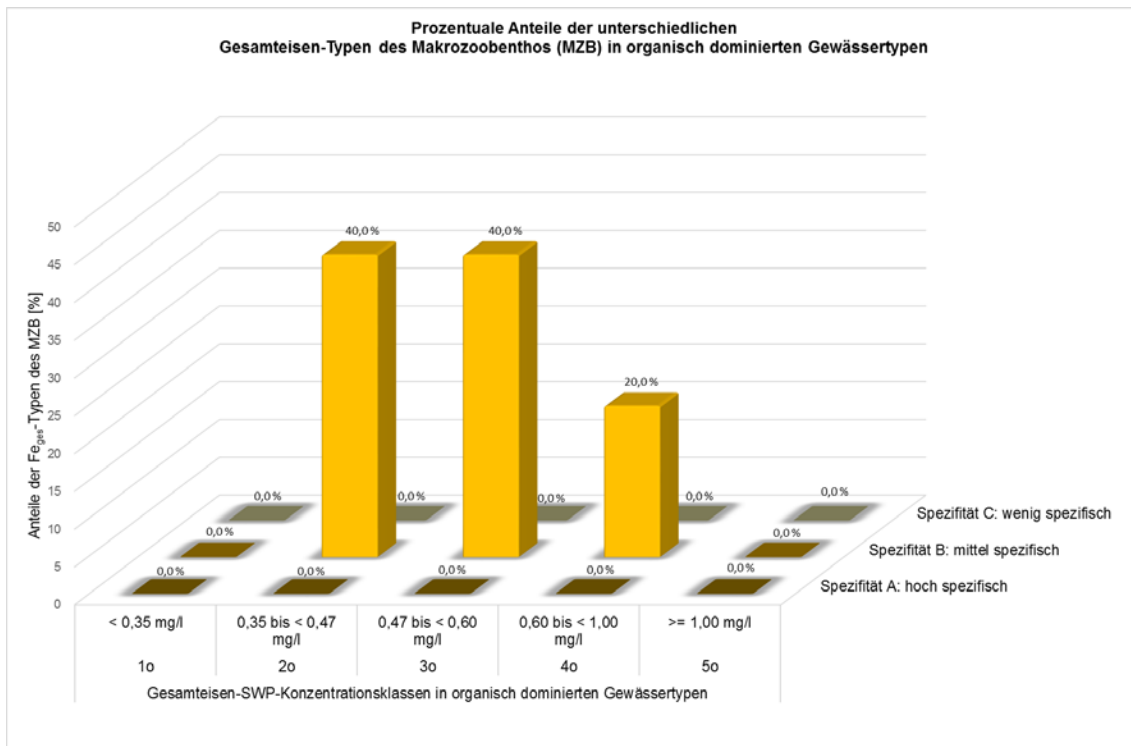


Abbildung 4-86: Prozentuale Anteile der Gesamteisen-Typen der Taxa der Diamesinae und Prodiamesinae in organisch dominierten Gewässertypen

Diptera (Zweiflügler): Familie Chironomidae (Zuckmücken): Unterfamilie Tanypodinae

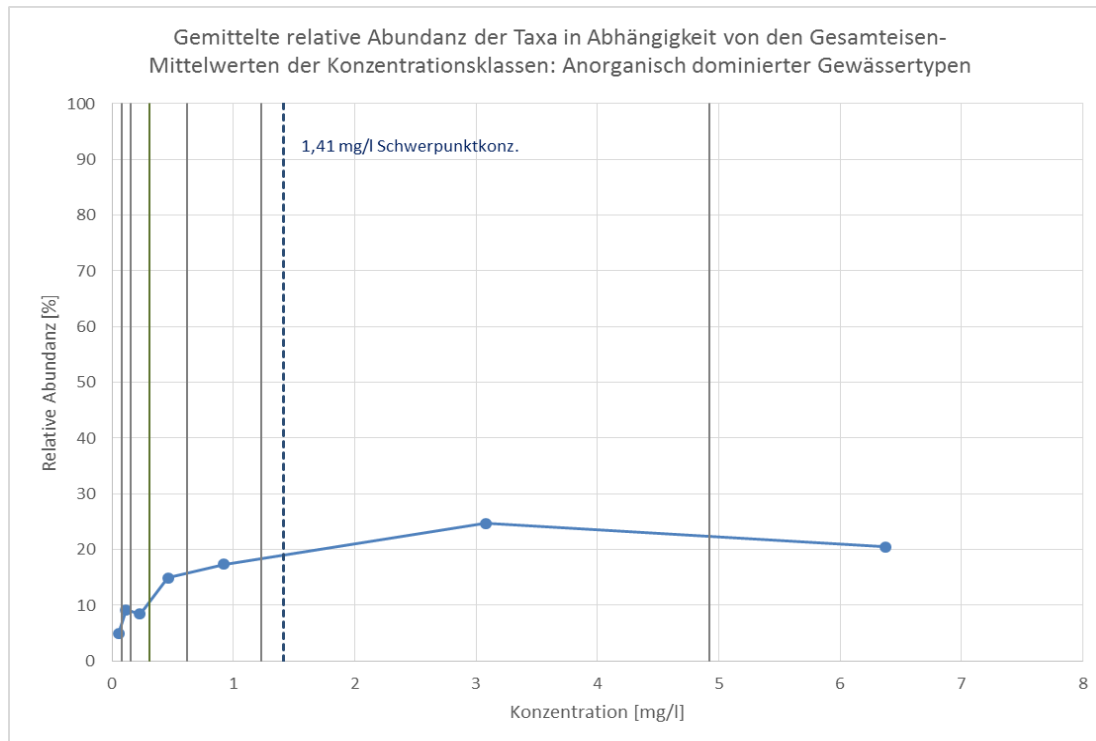


Abbildung 4-87: Mittlere relative Abundanz von 15 ausgewerteten Tanypodinae-Taxa anorganisch dominierter Gewässertypen gegen die Gesamteisenkonzentration; die über eine blaue Linie verbundenen Punkte markieren die relativen Abundanzen der mittleren Konzentrationen von insgesamt 7 Konzentrationsklassen, deren Klassengrenzen als graue Senkrechte dargestellt sind; die gestrichelte Senkrechte markiert die Schwerpunktkonzentration (SWP-K)

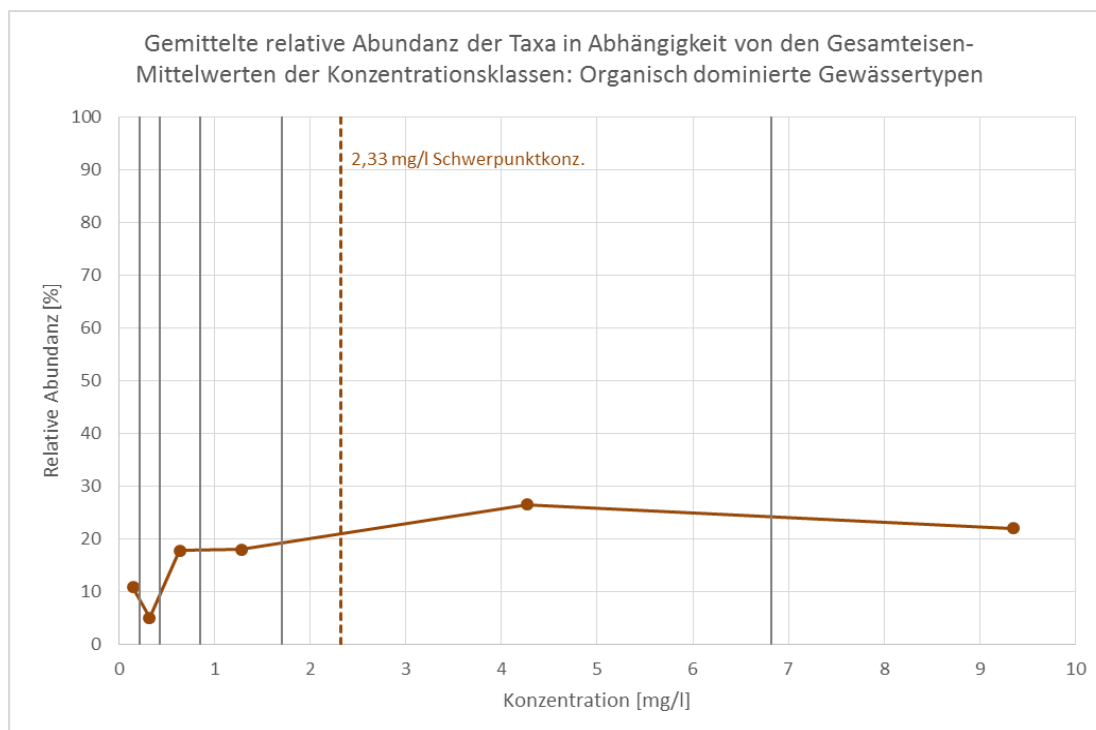


Abbildung 4-88: Mittlere relative Abundanz von 17 ausgewerteten Tanypodinae-Taxa organisch dominierter Gewässertypen gegen die Gesamteisenkonzentration; die über eine braune Linie verbundenen Punkte markieren die relativen Abundanzen der mittleren Konzentrationen von insgesamt 6 Konzentrationsklassen, deren Klassengrenzen als graue Senkrechte dargestellt sind; die gestrichelte Senkrechte markiert die Schwerpunktkonzentration (SWP-K)

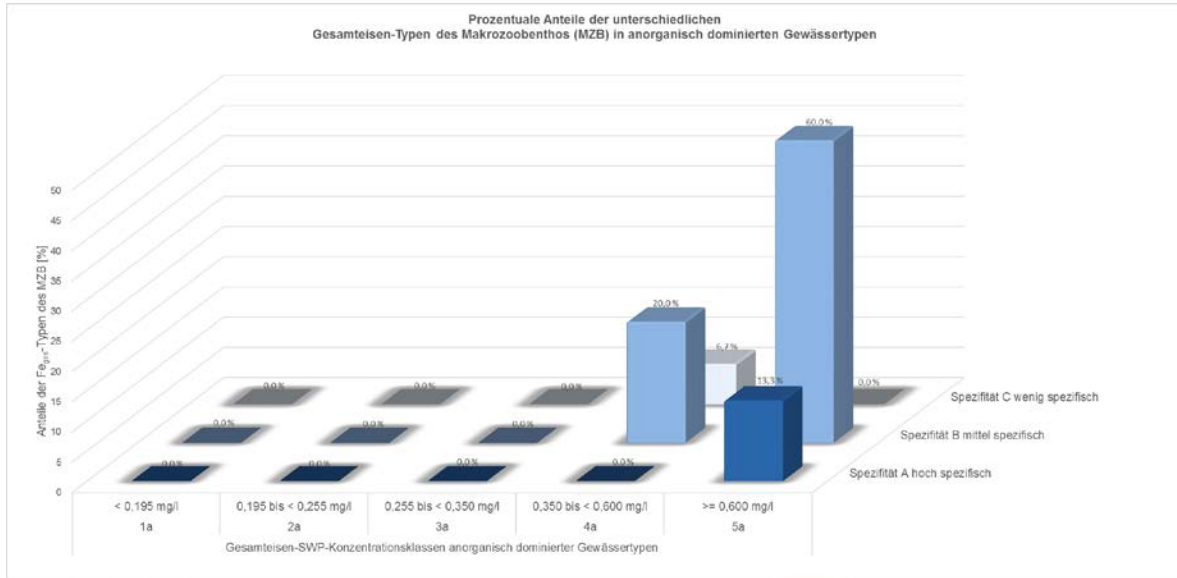


Abbildung 4-89: Prozentuale Anteile der Gesamteisen-Typen der Tanypodinae-Taxa in anorganisch dominierten Gewässertypen

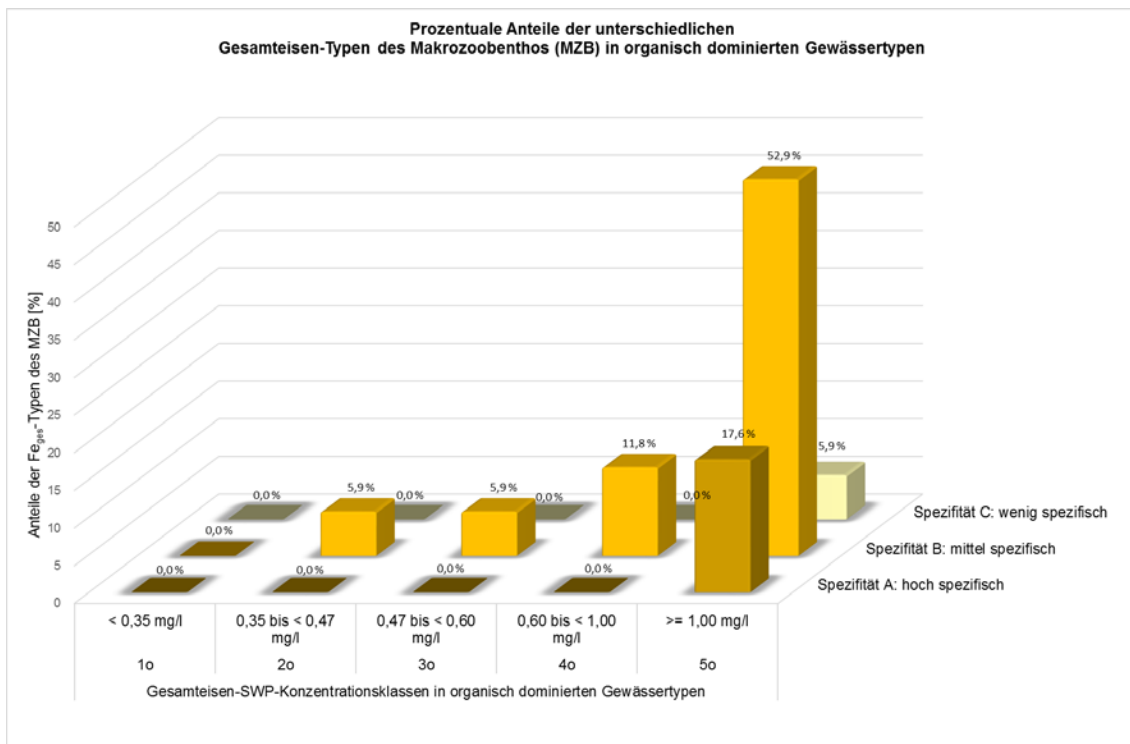


Abbildung 4-90: Prozentuale Anteile der Gesamteisen-Typen der Tanypodinae-Taxa in organisch dominierten Gewässertypen

4.5.3 Fazit der Auswertungen nach taxonomischen Gruppen

Den vorausgegangenen Abbildungen (Abbildung 4-13 bis Abbildung 4-90) ist zu entnehmen, dass sich die Gesamteisen-Präferenzspektren für die meisten der hier ausgewerteten und dargestellten taxonomischen Gruppen sowohl im Hinblick auf die Kurvenverläufe der gemittelten relativen Abundanzen, als auch hinsichtlich der Verteilung der Gesamteisen-Typen (Schwerpunktkonzentrationen und Spezifitäten für Gesamteisen) relativ stark ähneln.

Allerdings stellen die Diptera (Zweiflügler) und die Bivalvia (Muscheln) diesbezüglich zwei Ausnahmegruppen dar, deren Untergruppen (Familien bzw. Unterfamilien) sehr unterschiedliche gemittelte Gesamteisen-Präferenzspektren und Gesamteisen-Typen aufweisen.

Während die meisten Großmuscheln (Dreissenidae, Corbiculidae und Unionidae) relativ empfindlich auf erhöhte Gesamteisenkonzentrationen zu reagieren scheinen, sind viele Kugelmuschelarten (Sphaeriidae) offenbar deutlich eisentoleranter. Einzelne Erbsenmuschelarten profitieren sogar noch von stark erhöhten Eisenkonzentrationen. Sie zeigen die höchsten relativen Abundanzen bei den obersten Gesamteisenkonzentrationsklassen.

Ähnlich sieht es bei den Zweiflüglern (Diptera) aus. Hier reagieren die Simuliiden (Kriebelmücken) vergleichsweise eisenempfindlich, während sich die Zuckmückenlarven (Chironomidae) als überwiegend eisentolerant bis Eisen präferierend erweisen. Eine weitere Aufspaltung der Chironomidae zeigt, dass auch innerhalb dieser sehr artenreichen Familie noch große Unterschiede in den Abundanzreaktionen auf erhöhte Gesamteisenkonzentrationen zwischen den Unterfamilien bestehen. Das Spektrum reicht von den vornehmlich Eisen meidenden Diamesinae und Prodiamesinae bis zu den überwiegend Eisen tolerierenden bis präferierenden Tanypodinae.

Die nachfolgenden exemplarischen Ergebnisdarstellungen auf Einzeltaxa-Ebene zeigen die ganze Breite des Makrozoobenthos im Hinblick auf die Eisenpräferenzspektren.

4.6 Auswertungsergebnisse auf Einzeltaxa-Ebene

Auf Ebene der Einzeltaxa stehen die im Rahmen der Auswertungen ausschließlich in anorganischen Gewässertypen nachgewiesene Zuckmückenart *Diamesa insignipes* und die ebenfalls nur hier gefundene Steinfliegenart *Leuctra prima* mit den niedrigsten Schwerpunktkonzentrationen von nur 0,09 bzw. 0,10 mg/l Gesamteisen an erster und zweiter Stelle aller ausgewerteten Taxa (s. Abbildung 4-91, Abbildung 4-92).

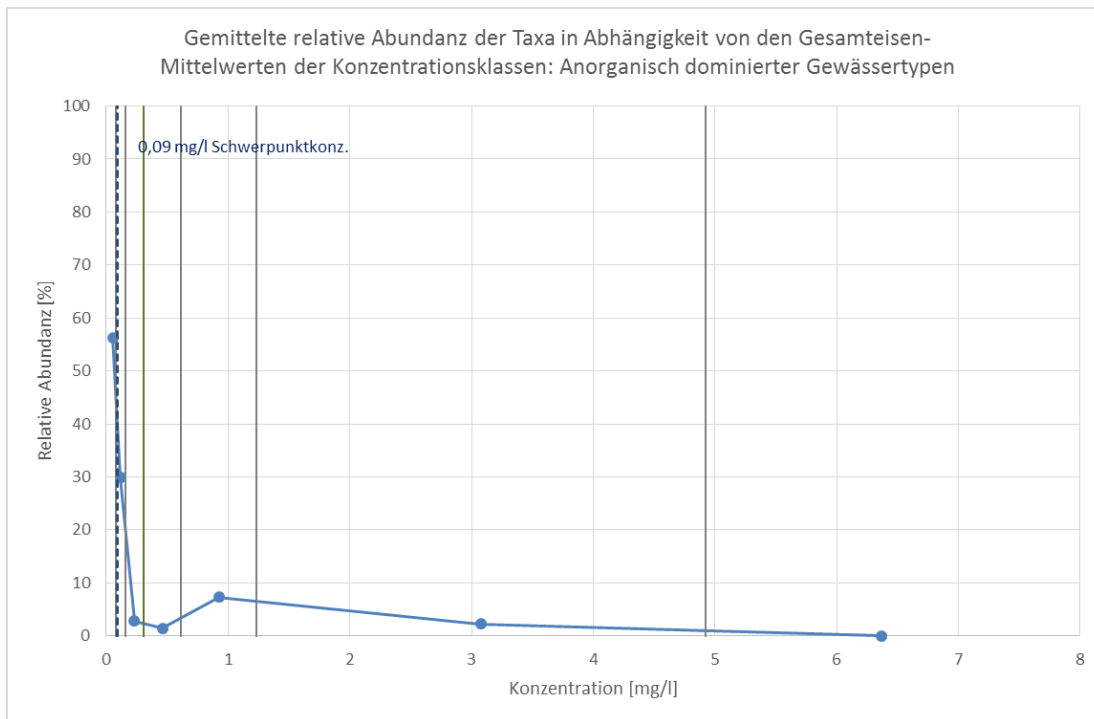


Abbildung 4-91: Relative Abundanz von *Diamesa insignipes* in anorganisch dominierten Gewässertypen gegen die Gesamteisenkonzentration; die über eine blaue Linie verbundenen Punkte markieren die relativen Abundanzen der mittleren Konzentrationen von insgesamt 7 Konzentrationsklassen, deren Klassengrenzen als graue Senkrechte dargestellt sind; die gestrichelte Senkrechte markiert die Schwerpunktkonzentration (SWP-K); Gesamteisen-Typ „1aB“

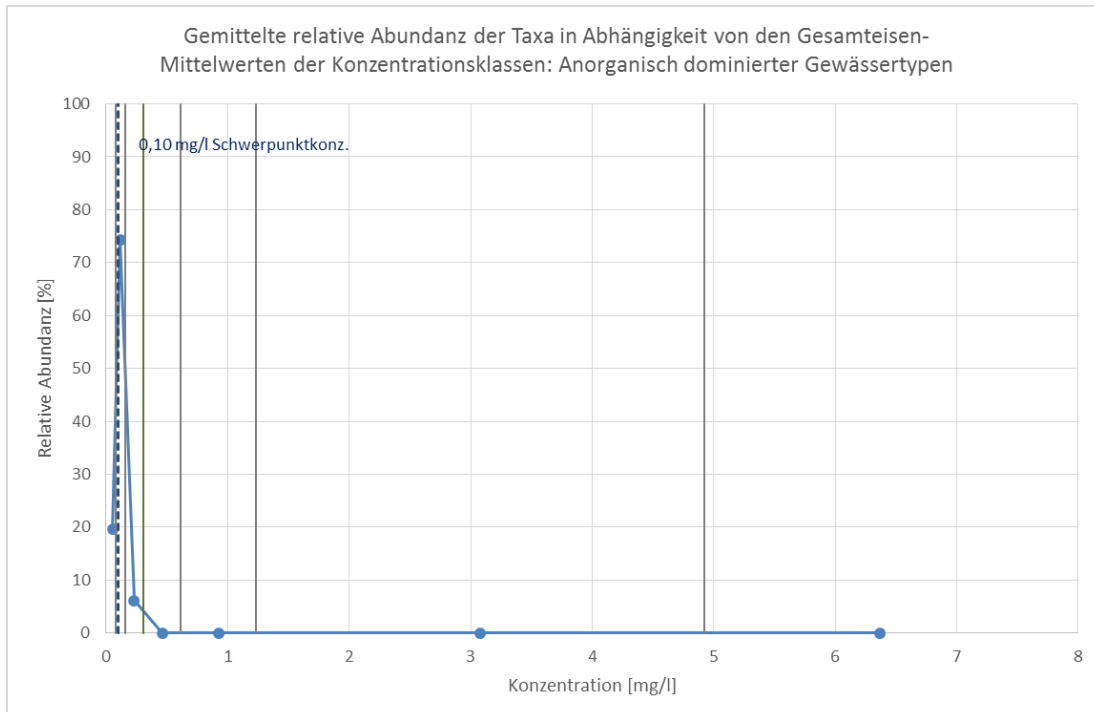


Abbildung 4-92: Relative Abundanz von *Leuctra prima* in anorganisch dominierten Gewässertypen gegen die Gesamteisenkonzentration; die über eine blaue Linie verbundenen Punkte markieren die relativen Abundanzen der mittleren Konzentrationen von insgesamt 7 Konzentrationsklassen, deren Klassengrenzen als graue Senkrechte dargestellt sind; die gestrichelte Senkrechte markiert die Schwerpunktkonzentration (SWP-K); Gesamteisen-Typ „1aA“

Dagegen zeichnen sich die Zuckmückenart *Conchapelopia melanops* und die Erbsenmuschel *Pisidium personatum* in anorganisch dominierten Gewässertypen als Taxa aus, die offenkundig von hohen Gesamteisenkonzentrationen profitieren. Sie belegen mit Schwerpunktkonzentrationen von 4,97 und 3,76 mg/l Gesamteisen die beiden letzten Plätze der nach zunehmenden Schwerpunktkonzentrationen sortierten Rangfolge aller ausgewerteten Taxa (s. Abbildung 4-93 und Abbildung 4-95). In organisch dominierten Gewässertypen liegen ihre Schwerpunktkonzentrationen mit Werten von 1,15 und 2,57 mg/l Gesamteisen dagegen deutlich niedriger (s. Abbildung 4-94 und Abbildung 4-96), obwohl hier die bioverfügbaren Anteile der Gesamteisenkonzentration geringer sein müssten. Der Umstand, dass die genannten Arten überhaupt bei so hohen Eisenkonzentrationen ihre höchsten Abundanzen erreichen, lässt vermuten, dass diese im Sediment lebenden Zuckmückenlarven und Erbsenmuscheln zum einen in der Lage sind, stärkere Eisenhydroxid ausfällungen auf ihren Kiemen zu vermeiden bzw. effektiv zu beseitigen und sich zum anderen von Eisen oxidierenden Bakterien zu ernähren. Zudem ist davon auszugehen, dass der auf sie selbst wirkende Fraßdruck mit zunehmender Eisenkonzentration im Gewässer abnimmt. Für ihre niedrigeren Schwerpunktkonzentrationen in organisch dominierten Gewässertypen könnten sowohl ein größeres alternatives Nahrungsangebot als auch ein höherer auf sie wirkender Fraßdruck infolge der geringeren Bioverfügbarkeit des Eisens ursächlich sein.

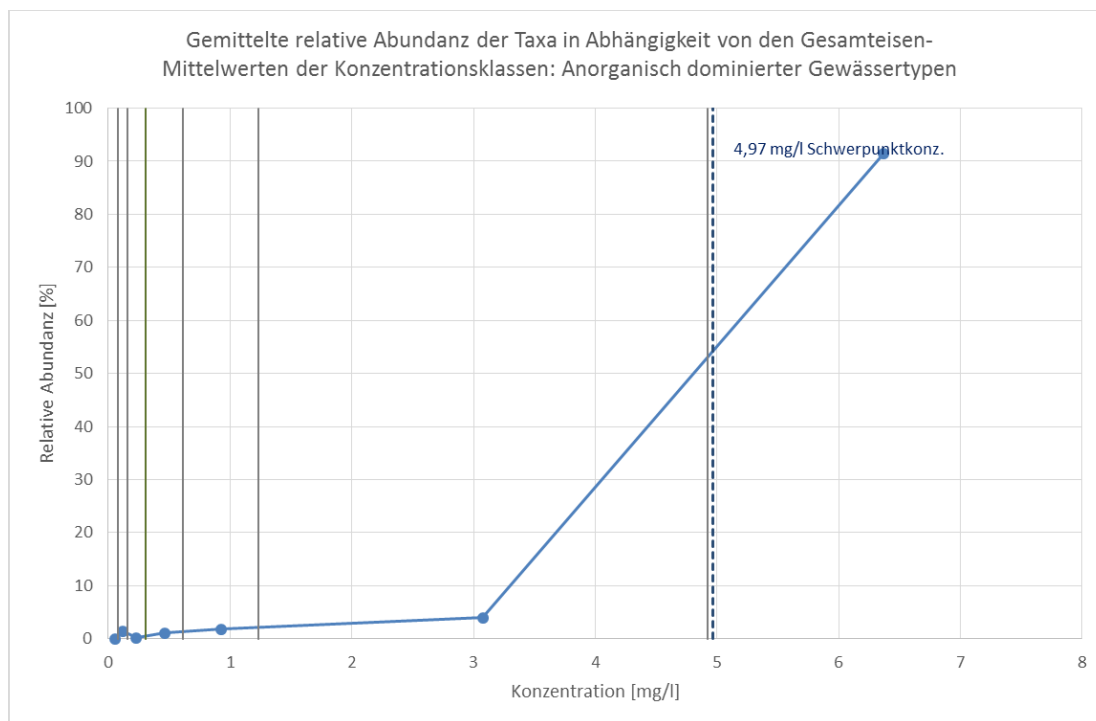


Abbildung 4-93: Relative Abundanz von *Conchapelopia melanops* in anorganisch dominierten Gewässertypen gegen die Gesamteisenkonzentration; die über eine blaue Linie verbundenen Punkte markieren die relativen Abundanzen der mittleren Konzentrationen von insgesamt 7 Konzentrationsklassen, deren Klassengrenzen als graue Senkrechte dargestellt sind; die gestrichelte Senkrechte markiert die Schwerpunktkonzentration (SWP-K); Gesamteisen-Typ „5aA“

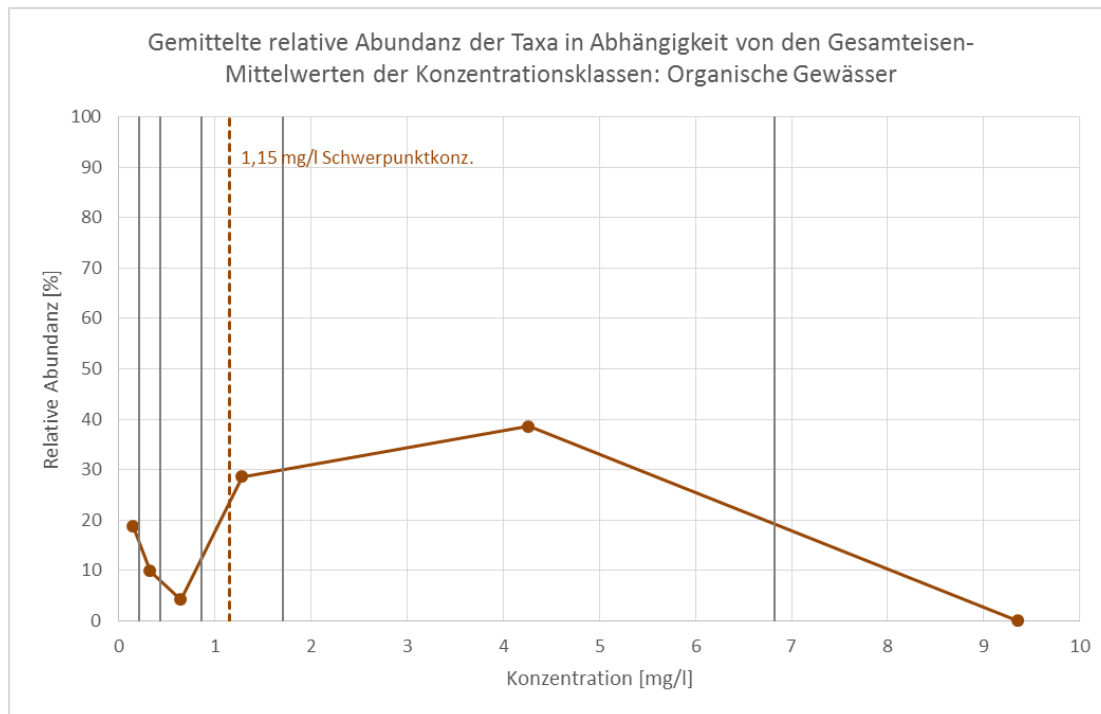


Abbildung 4-94: Relative Abundanz von *Conchapelopia melanops* in organisch dominierten Gewässertypen gegen die Gesamteisenkonzentration; die über eine braune Linie verbundenen Punkte markieren die relativen Abundanzen der mittleren Konzentrationen von insgesamt 6 Konzentrationsklassen, deren Klassengrenzen als graue Senkrechte dargestellt sind; die gestrichelte Senkrechte markiert die Schwerpunktkonzentration (SWP-K); Gesamteisen-Typ „5oB“

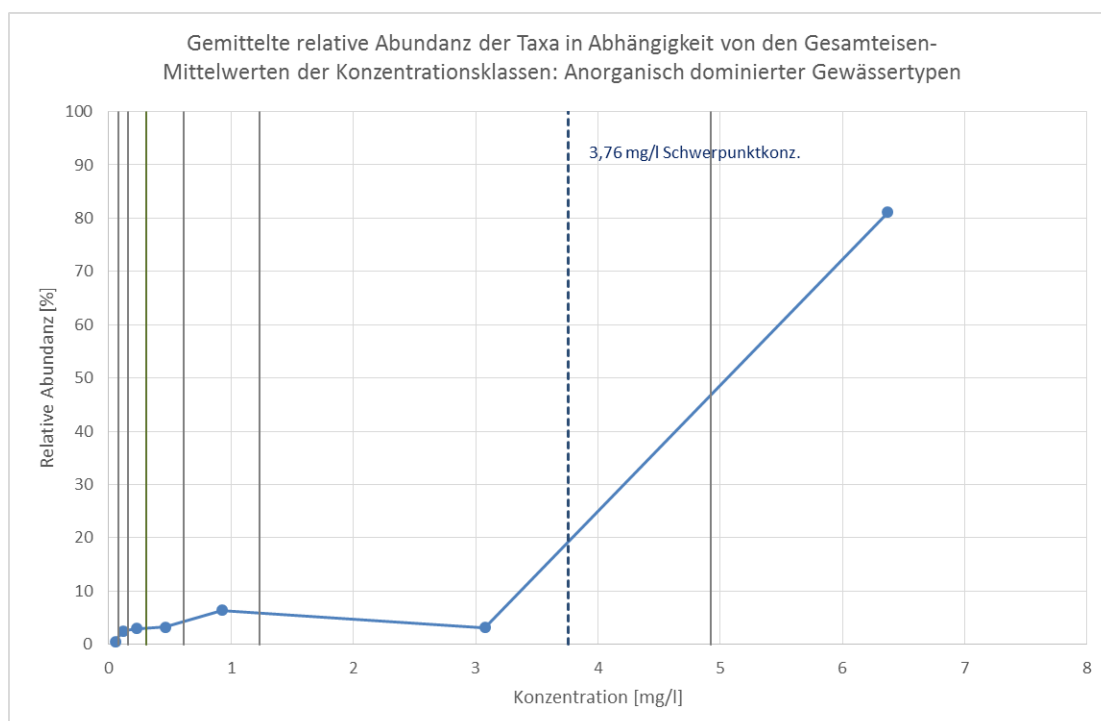


Abbildung 4-95: Relative Abundanz von *Pisidium personatum* in anorganisch dominierten Gewässertypen gegen die Gesamteisenkonzentration; die über eine blaue Linie verbundenen Punkte markieren die relativen Abundanzen der mittleren Konzentrationen von insgesamt 7 Konzentrationsklassen, deren Klassengrenzen als graue Senkrechte dargestellt sind; die gestrichelte Senkrechte markiert die Schwerpunktkonzentration (SWP-K); Gesamteisen-Typ „5aA“

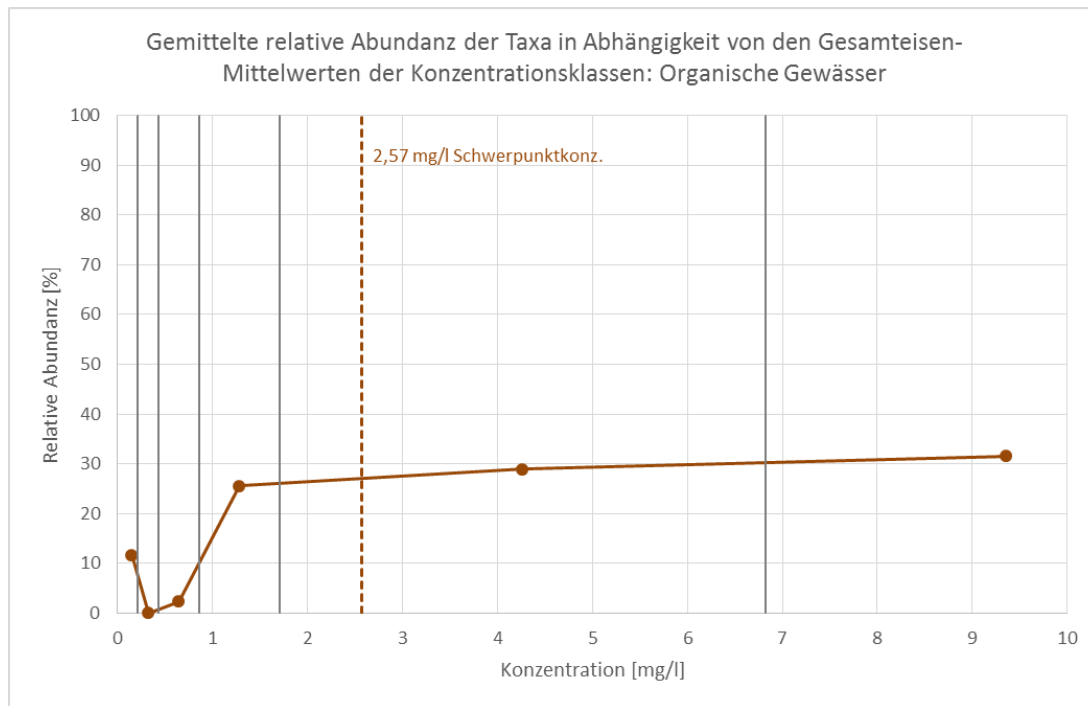


Abbildung 4-96: Relative Abundanz von *Pisidium personatum* in organisch dominierten Gewässertypen gegen die Gesamteisenkonzentration; die über eine braune Linie verbundenen Punkte markieren die relativen Abundanzen der mittleren Konzentrationen von insgesamt 6 Konzentrationsklassen, deren Klassengrenzen als graue Senkrechte dargestellt sind; die gestrichelte Senkrechte markiert die Schwerpunktkonzentration (SWP-K); Gesamteisen-Typ „5oB“

In organisch dominierten Gewässertypen reagieren der aus der pontokaspischen Region eingewanderte Flohkrebs *Pontogammarus robustoides* sowie die Zuckmücken der *Cladotanytarsus mancus*-Gruppe mit Schwerpunktkonzentrationen des Gesamteisens in Höhe von 0,23 bzw. 0,31 mg/l am empfindlichsten auf Eisen (s. Abbildung 4-97 und Abbildung 4-99).

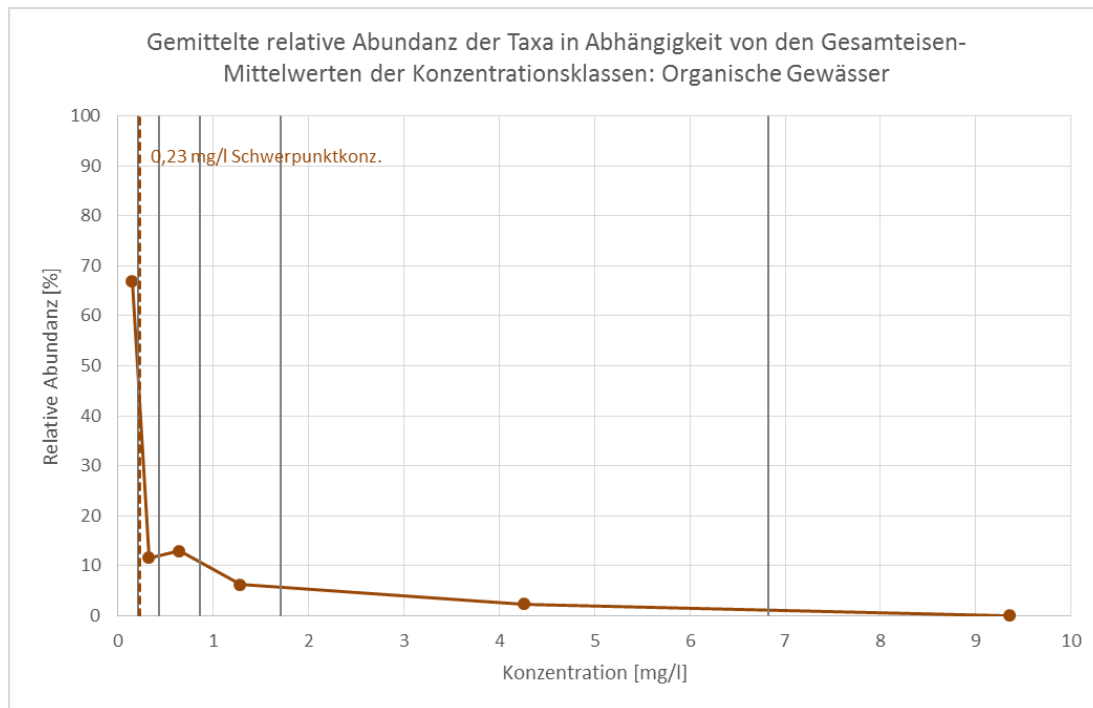


Abbildung 4-97: Relative Abundanz von *Pontogammarus robustoides* in organisch dominierten Gewässertypen gegen die Gesamteisenkonzentration; die über eine braune Linie verbundenen Punkte markieren die relativen Abundanzen der mittleren Konzentrationen von insgesamt 6 Konzentrationsklassen, deren Klassengrenzen als graue Senkrechte dargestellt sind; die gestrichelte Senkrechte markiert die Schwerpunktkonzentration (SWP-K); Gesamteisen-Typ „10A“

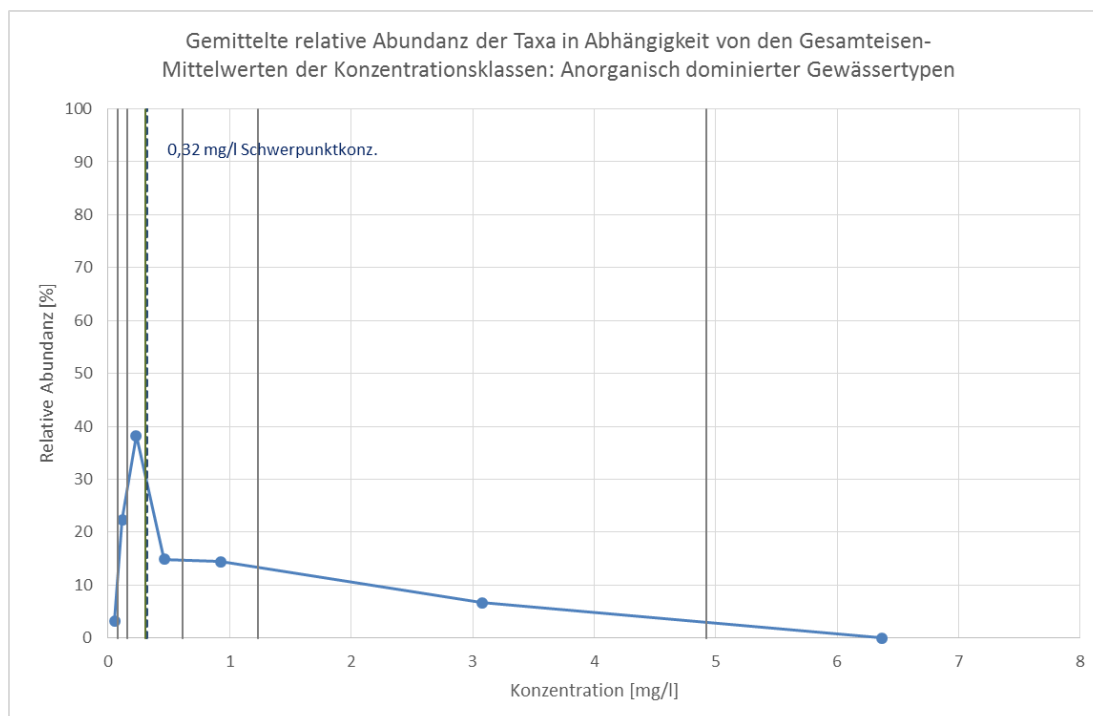


Abbildung 4-98: Relative Abundanz von *Pontogammarus robustoides* in anorganisch dominierten Gewässertypen gegen die Gesamteisenkonzentration; die über eine blaue Linie verbundenen Punkte markieren die relativen Abundanzen der mittleren Konzentrationen von insgesamt 7 Konzentrationsklassen, deren Klassengrenzen als graue Senkrechte dargestellt sind; die gestrichelte Senkrechte markiert die Schwerpunktkonzentration (SWP-K); Gesamteisen-Typ „3aB“

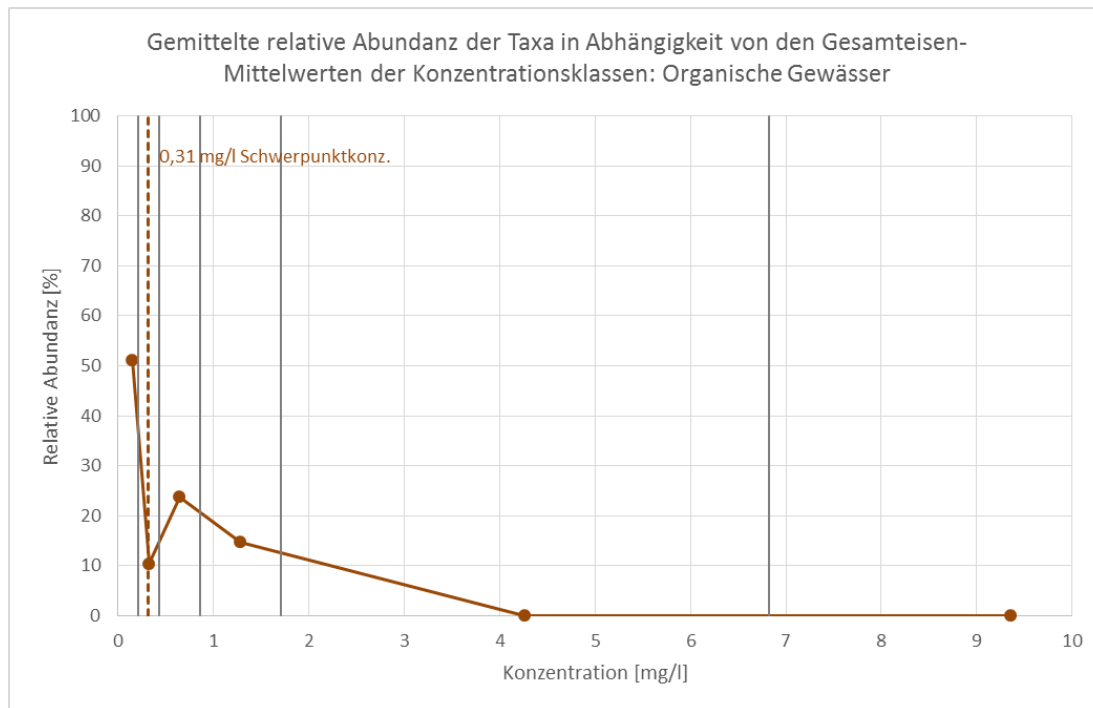


Abbildung 4-99: Relative Abundanz von *Cladotanytarsus mancus-Gr.* in organisch dominierten Gewässertypen gegen die Gesamteisenkonzentration; die über eine braune Linie verbundenen Punkte markieren die relativen Abundanzen der mittleren Konzentrationen von insgesamt 6 Konzentrationsklassen, deren Klassengrenzen als graue Senkrechte dargestellt sind; die gestrichelte Senkrechte markiert die Schwerpunktkonzentration (SWP-K); Gesamteisen-Typ „10B“

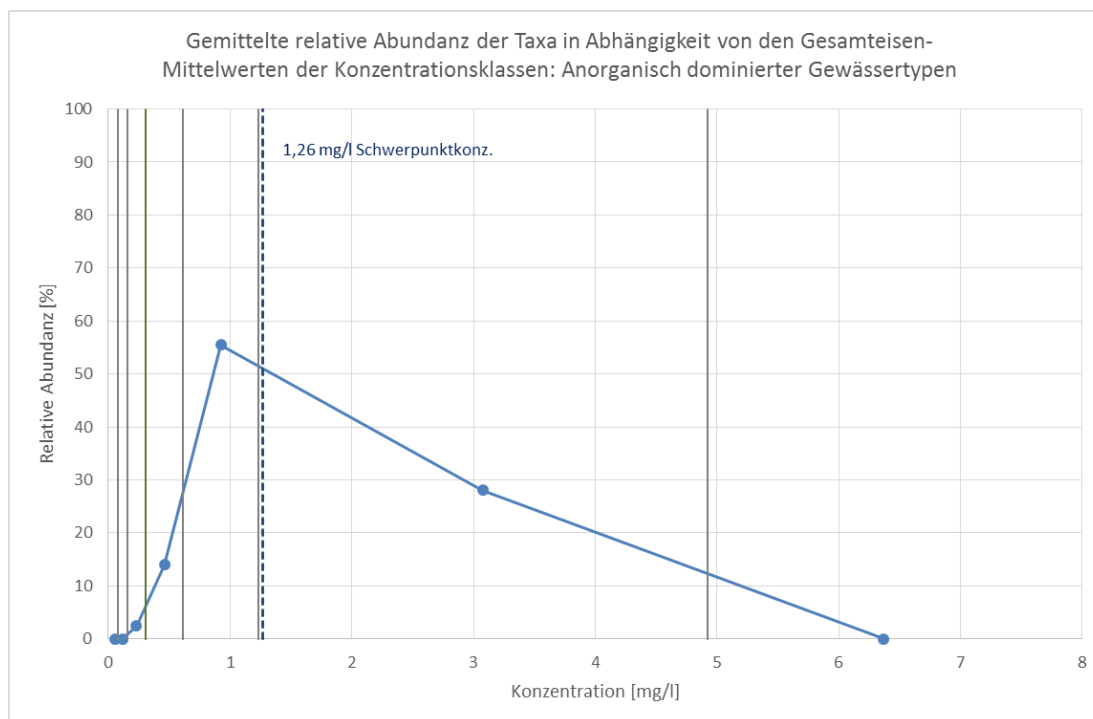


Abbildung 4-100: Relative Abundanz von *Cladotanytarsus mancus-Gr.* in anorganisch dominierten Gewässertypen gegen die Gesamteisenkonzentration; die über eine blaue Linie verbundenen Punkte markieren die relativen Abundanzen der mittleren Konzentrationen von insgesamt 7 Konzentrationsklassen, deren Klassengrenzen als graue Senkrechte dargestellt sind; die gestrichelte Senkrechte markiert die Schwerpunktkonzentration (SWP-K); Gesamteisen-Typ „5aB“

Die in Abbildung 4-98 und Abbildung 4-100 für beide Taxa (*Pontogammarus robustoides* und *Cladotanytarsus mancus-Gr.*) zum Vergleich dargestellten Gesamteisen-Präferenzspektren von anorganisch dominierten Gewässertypen zeigen, dass diese Arten hier ihre Optima nicht in den niedrigsten Konzentrationsbereichen, wie in den organisch dominierten Gewässertypen haben, sondern bei Gesamteisenkonzentrationen von ca. 0,2 mg/l bzw. sogar erst bei knapp 1,0 mg/l. Erst danach führt eine weitere Zunahme der Gesamteisenkonzentration wieder zu einer Abnahme der relativen Abundanzen der Arten.

Ganz anders stellen sich dagegen die Gesamteisen-Präferenzspektren der Arten dar, die in organisch dominierten Gewässertypen die höchsten Schwerpunktkonzentrationen aufweisen. Die beiden Zuckmückenarten *Macropelopia aducta* und *Psectrotanyptus varius* weisen besonders hohe Gesamteisen-Schwerpunktkonzentrationen von 7,16 und 5,60 mg/l auf (s. Abbildung 4-101 und Abbildung 4-102).

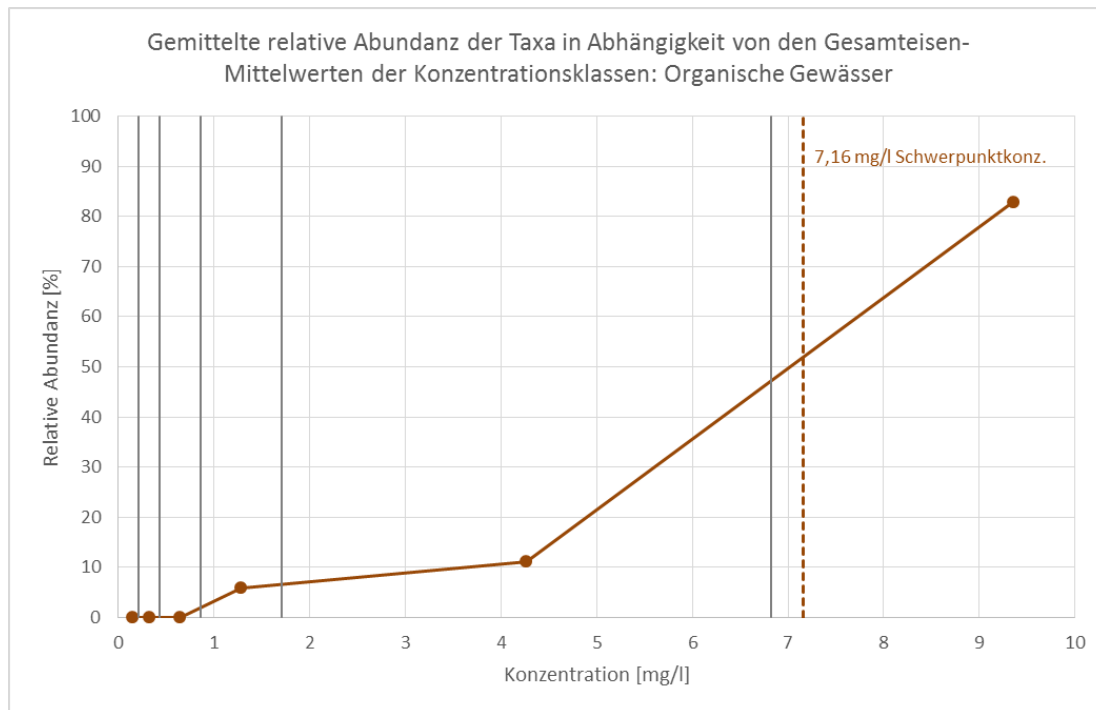


Abbildung 4-101: Relative Abundanz von *Macropelopia aducta* in organisch dominierten Gewässertypen gegen die Gesamteisenkonzentration; die über eine braune Linie verbundenen Punkte markieren die relativen Abundanzen der mittleren Konzentrationen von insgesamt 6 Konzentrationsklassen, deren Klassengrenzen als graue Senkrechte dargestellt sind; die gestrichelte Senkrechte markiert die Schwerpunktkonzentration (SWP-K); Gesamteisen-Typ „5oA“

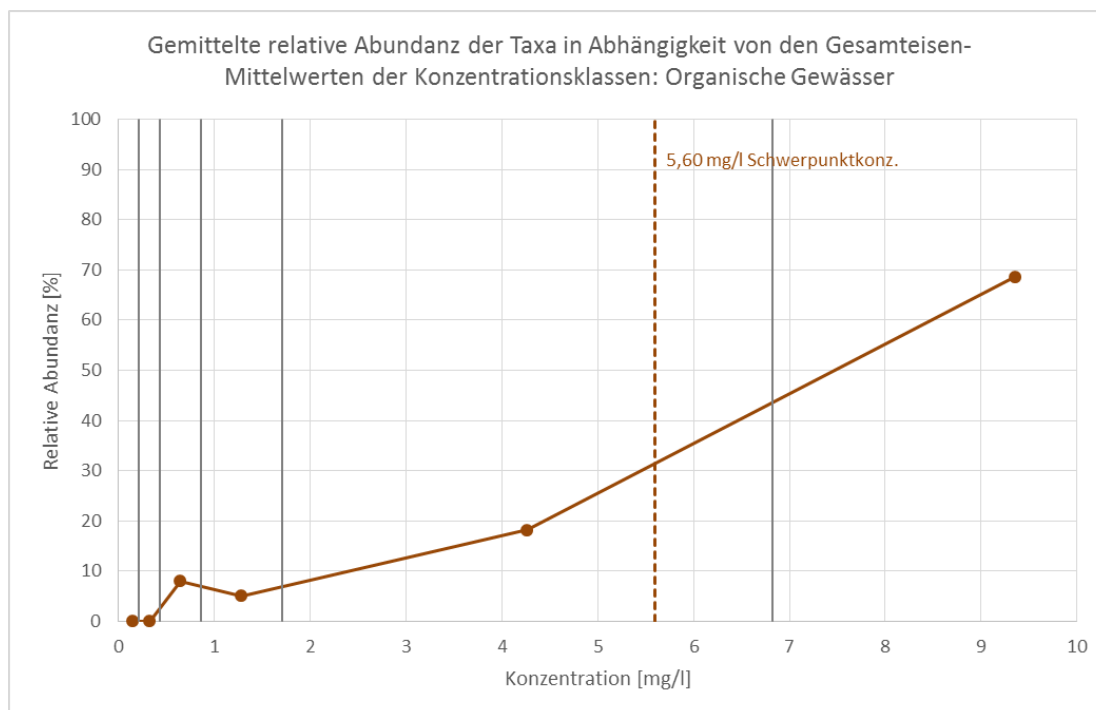


Abbildung 4-102: Relative Abundanz von *Psectrotanypus varius* in organisch dominierten Gewässertypen gegen die Gesamteisenkonzentration; die über eine braune Linie verbundenen Punkte markieren die relativen Abundanzen der mittleren Konzentrationen von insgesamt 6 Konzentrationsklassen, deren Klassengrenzen als graue Senkrechte dargestellt sind; die gestrichelte Senkrechte markiert die Schwerpunktkonzentration (SWP-K); Gesamteisen-Typ „5oA“

Von den beiden Zuckmückenarten *Macropelopia aducta* und *Psectrotanypus varius* wurde nur Letztere auch in anorganisch dominierten Gewässertypen nachgewiesen. Ihr Präferenzspektrum für Gesamteisen ist in der folgenden Abbildung 4-103 dargestellt.

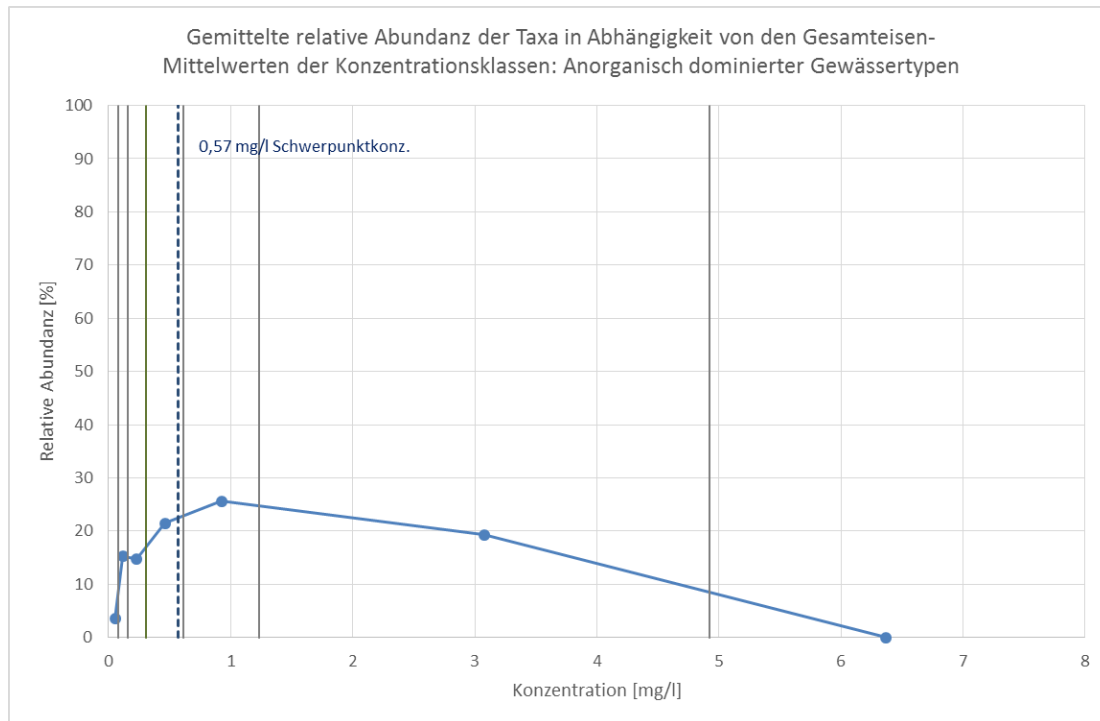


Abbildung 4-103: Relative Abundanz von *Psectrotanypus varius* in anorganisch dominierten Gewässertypen gegen die Gesamteisenkonzentration; die über eine blaue Linie verbundenen Punkte markieren die relativen Abundanzen der mittleren Konzentrationen von insgesamt 7 Konzentrationsklassen, deren Klassengrenzen als graue Senkrechte dargestellt sind; die gestrichelte Senkrechte markiert die Schwerpunktkonzentration (SWP-K); Gesamteisen-Typ „5aB“

Der Schwerpunkt und das Optimum der Gesamteisenkonzentration von *Psectrotanypus varius* liegen in anorganisch dominierten Gewässertypen, wie in Abbildung 4-103 zu sehen ist, in einem sehr viel niedrigeren Konzentrationsbereich als in organisch dominierten Gewässertypen. Die Art hat ein ausgeprägtes Optimum knapp unter 1 mg/l und ihre Schwerpunktkonzentration liegt bei 0,57 mg/l Gesamteisen, d.h. sie ist nur 1/10 so hoch wie in organisch dominierten Gewässertypen. Hier passt also die geringere Bioverfügbarkeit des Gesamteisens in organisch dominierten Gewässertypen vom Grundsatz her zur höheren Schwerpunktkonzentration der Art.

Das gleiche Prinzip zeigt sich auch beim Schwimmkäfer *Rhantus suturalis*, der Art mit der bezogen auf die organischen Gewässertypen dritt höchsten Gesamteisen-Schwerpunktkonzentration, wie den beiden nachfolgenden Abbildung 4-104 und Abbildung 4-105 zu entnehmen ist.

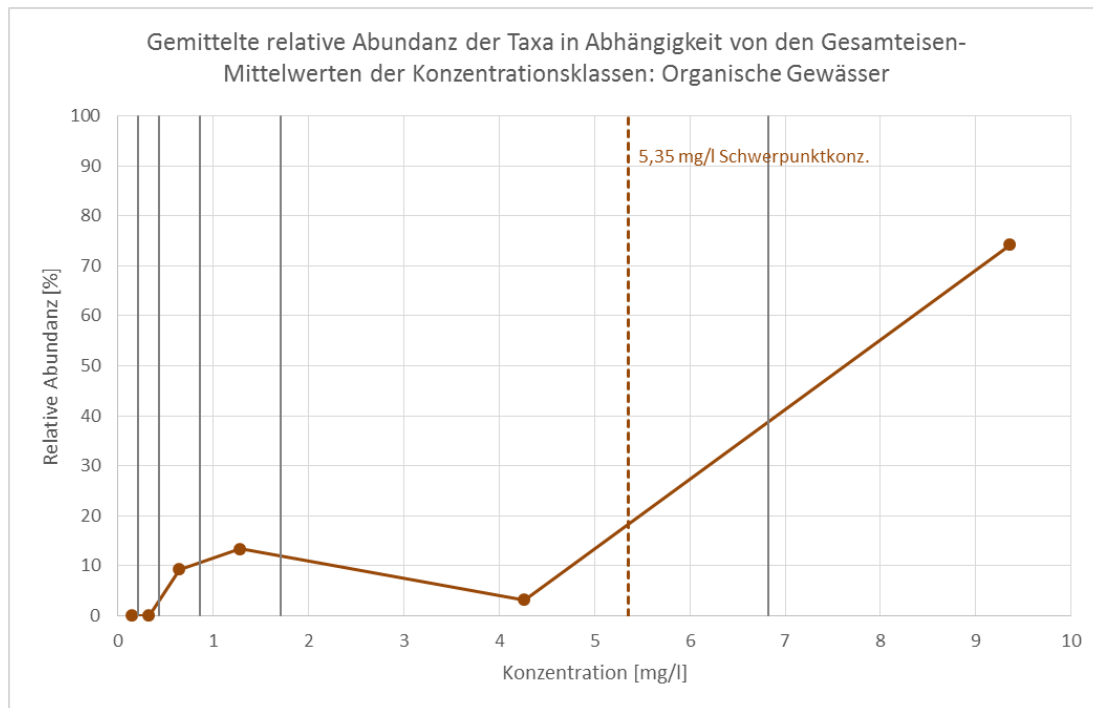


Abbildung 4-104: Relative Abundanz von *Rhantus suturalis* in organisch dominierten Gewässertypen gegen die Gesamteisenkonzentration; die über eine braune Linie verbundenen Punkte markieren die relativen Abundanzen der mittleren Konzentrationen von insgesamt 6 Konzentrationsklassen, deren Klassengrenzen als graue Senkrechte dargestellt sind; die gestrichelte Senkrechte markiert die Schwerpunktkonzentration (SWP-K); Gesamteisen-Typ „50A“

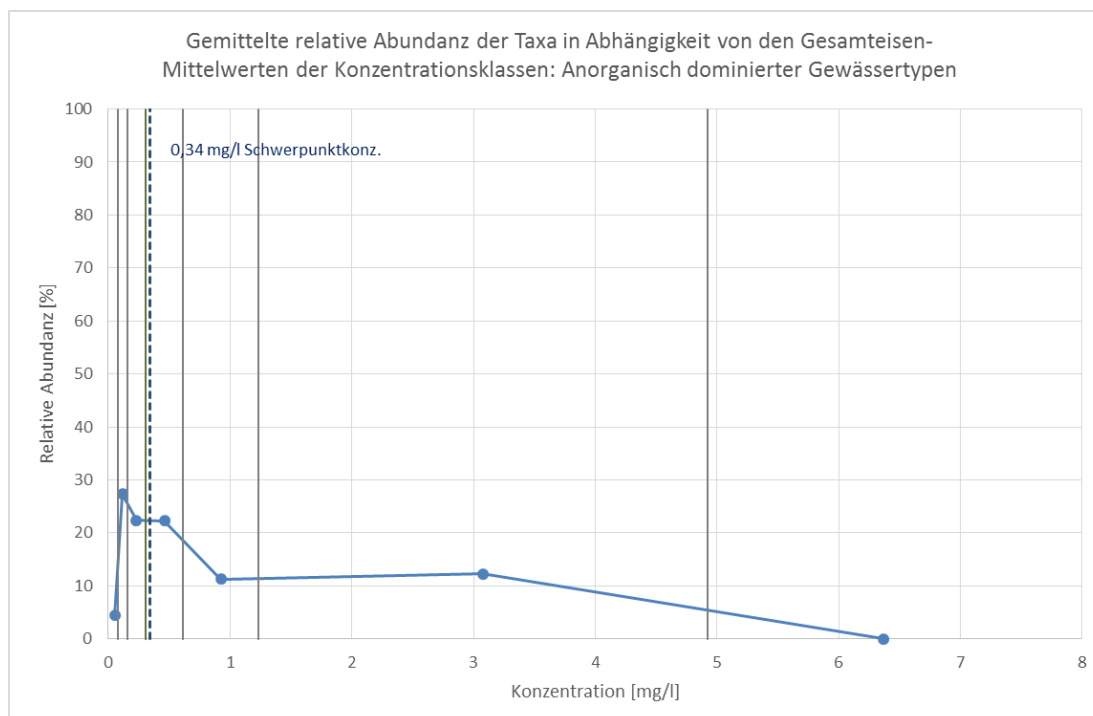


Abbildung 4-105: Relative Abundanz von *Rhantus suturalis* in anorganisch dominierten Gewässertypen gegen die Gesamteisenkonzentration; die über eine blaue Linie verbundenen Punkte markieren die relativen Abundanzen der mittleren Konzentrationen von insgesamt 7 Konzentrationsklassen, deren Klassengrenzen als graue Senkrechte dargestellt sind; die gestrichelte Senkrechte markiert die Schwerpunktkonzentration (SWP-K); Gesamteisen-Typ „3aB“

Ganz anders als die von erhöhten Eisenkonzentrationen profitierende Erbsenmuschel *Pisidium personatum* (s. Abbildung 4-95) scheinen die vorwiegend in Fließgewässern beheimateten Großmuscheln *Unio tumidus tumidus*, *Unio pictorum pictorum* und *Anodonta anatina* sowohl in organisch dominierten, als auch in anorganisch dominierten Gewässertypen durch erhöhte Gesamteisenkonzentrationen ausschließlich beeinträchtigt zu werden. Die nachfolgenden Abbildungen (Abbildung 4-106 bis Abbildung 4-111) zeigen, dass der Unterschied zwischen organisch und anorganisch dominierten Gewässertypen hier lediglich hinsichtlich den Größenordnungen der Schwerpunktkonzentrationen besteht, die in organisch dominierten Gewässertypen stets höher als in anorganisch dominierten Gewässertypen ausfallen. Die genannten Großmuscheln reagieren also empfindlich auf erhöhte Gesamteisenkonzentrationen und können in organisch dominierten Fließgewässern vermutlich nur wegen der hier geringeren Bioverfügbarkeit des Eisens höhere Gesamteisenkonzentrationen vertragen.

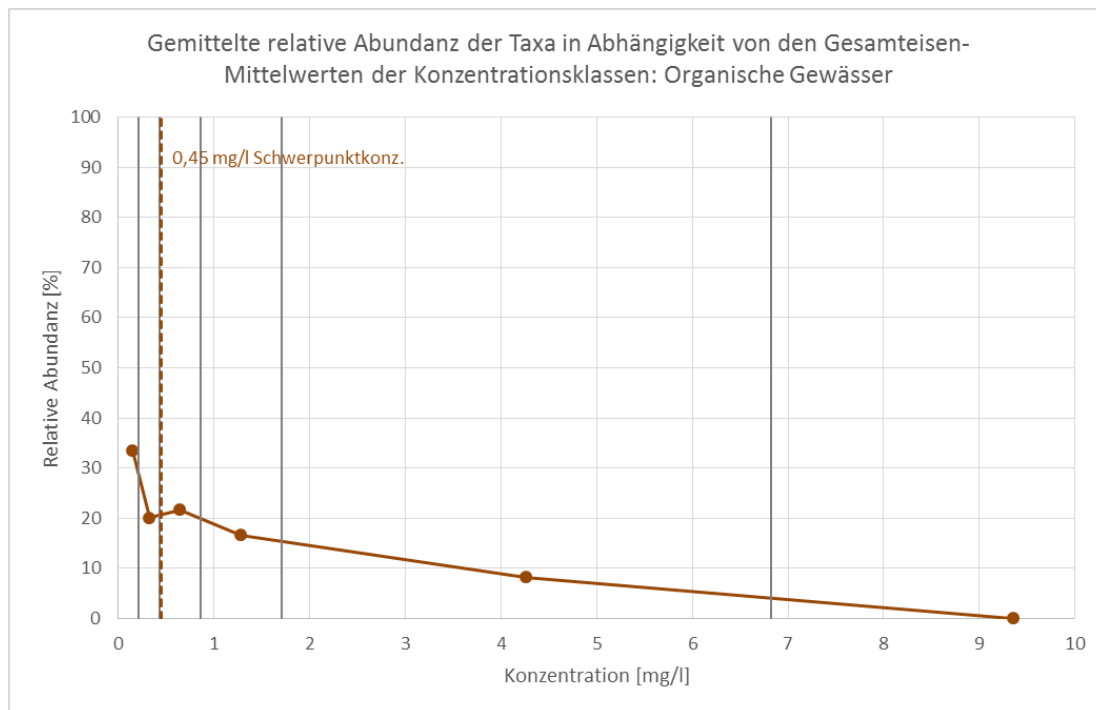


Abbildung 4-106: Relative Abundanz von *Unio tumidus tumidus* in organisch dominierten Gewässertypen gegen die Gesamteisenkonzentration; die über eine braune Linie verbundenen Punkte markieren die relativen Abundanzen der mittleren Konzentrationen von insgesamt 6 Konzentrationsklassen, deren Klassengrenzen als graue Senkrechte dargestellt sind; die gestrichelte Senkrechte markiert die Schwerpunktkonzentration (SWP-K); Gesamteisen-Typ „2oB“

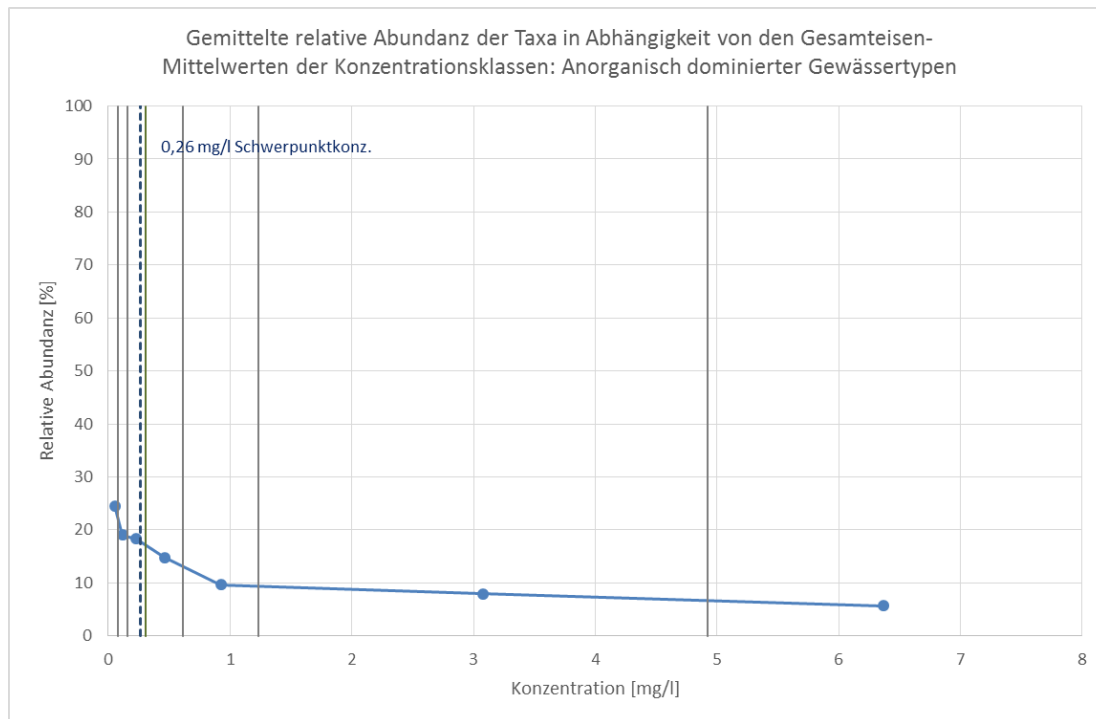


Abbildung 4-107: Relative Abundanz von *Unio tumidus tumidus* in anorganisch dominierten Gewässertypen gegen die Gesamteisenkonzentration; die über eine blaue Linie verbundenen Punkte markieren die relativen Abundanzen der mittleren Konzentrationen von insgesamt 7 Konzentrationsklassen, deren Klassengrenzen als graue Senkrechte dargestellt sind; die gestrichelte Senkrechte markiert die Schwerpunktkonzentration (SWP-K); Gesamteisen-Typ „3aB“

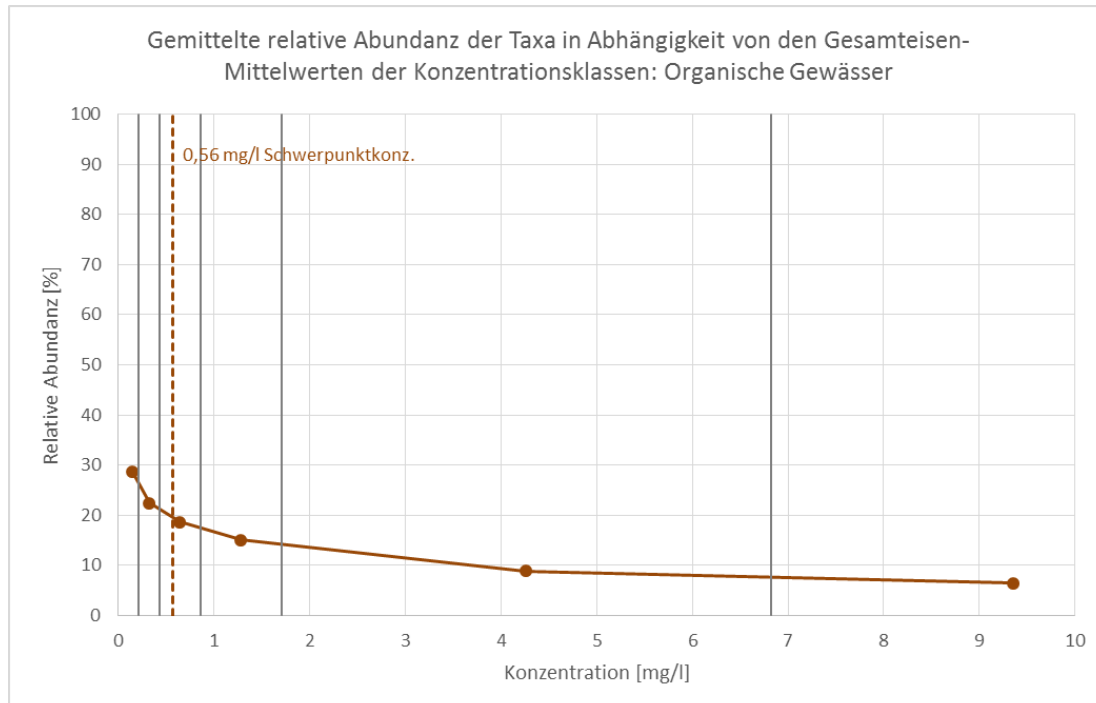


Abbildung 4-108: Relative Abundanz von *Unio pictorum pictorum* in organisch dominierten Gewässertypen gegen die Gesamteisenkonzentration; die über eine braune Linie verbundenen Punkte markieren die relativen Abundanzen der mittleren Konzentrationen von insgesamt 6 Konzentrationsklassen, deren Klassengrenzen als graue Senkrechte dargestellt sind; die gestrichelte Senkrechte markiert die Schwerpunktkonzentration (SWP-K); Gesamteisen-Typ „3oB“

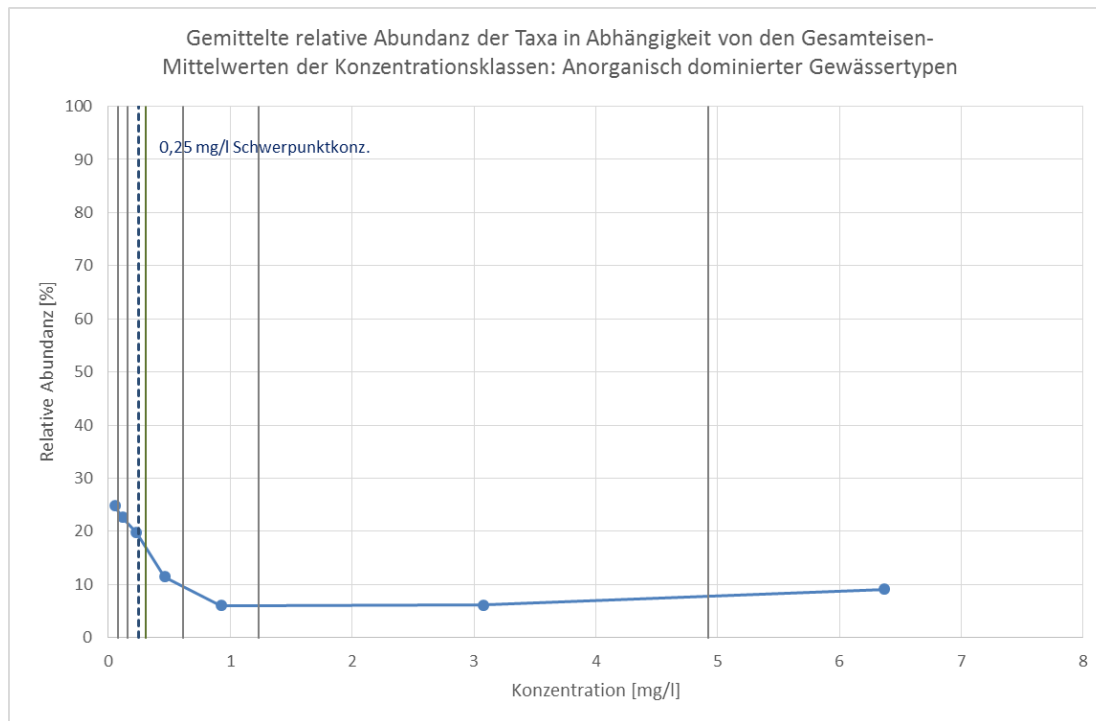


Abbildung 4-109: Relative Abundanz von *Unio pictorum pictorum* in anorganisch dominierten Gewässertypen gegen die Gesamteisenkonzentration; die über eine blaue Linie verbundenen Punkte markieren die relativen Abundanzen der mittleren Konzentrationen von insgesamt 7 Konzentrationsklassen, deren Klassengrenzen als graue Senkrechte dargestellt sind; die gestrichelte Senkrechte markiert die Schwerpunktkonzentration (SWP-K); Gesamteisen-Typ „2aB“

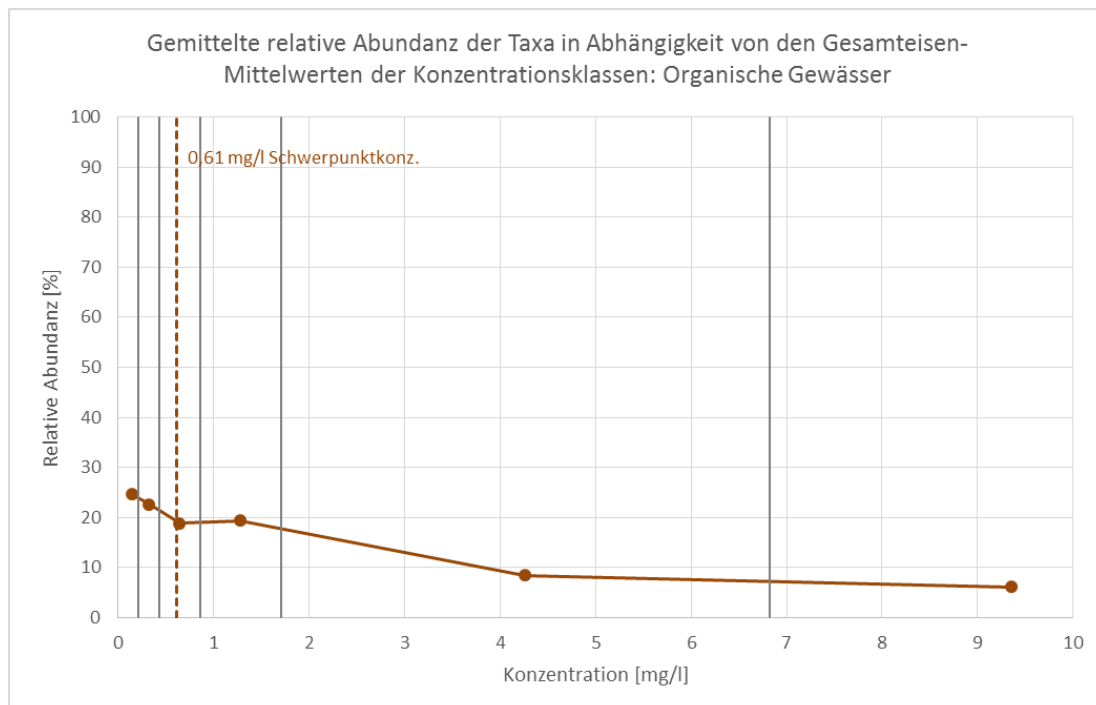


Abbildung 4-110: Relative Abundanz von *Anodonta anatina* in organisch dominierten Gewässertypen gegen die Gesamteisenkonzentration; die über eine braune Linie verbundenen Punkte markieren die relativen Abundanzen der mittleren Konzentrationen von insgesamt 6 Konzentrationsklassen, deren Klassengrenzen als graue Senkrechte dargestellt sind; die gestrichelte Senkrechte markiert die Schwerpunktkonzentration (SWP-K); Gesamteisen-Typ „4oC“

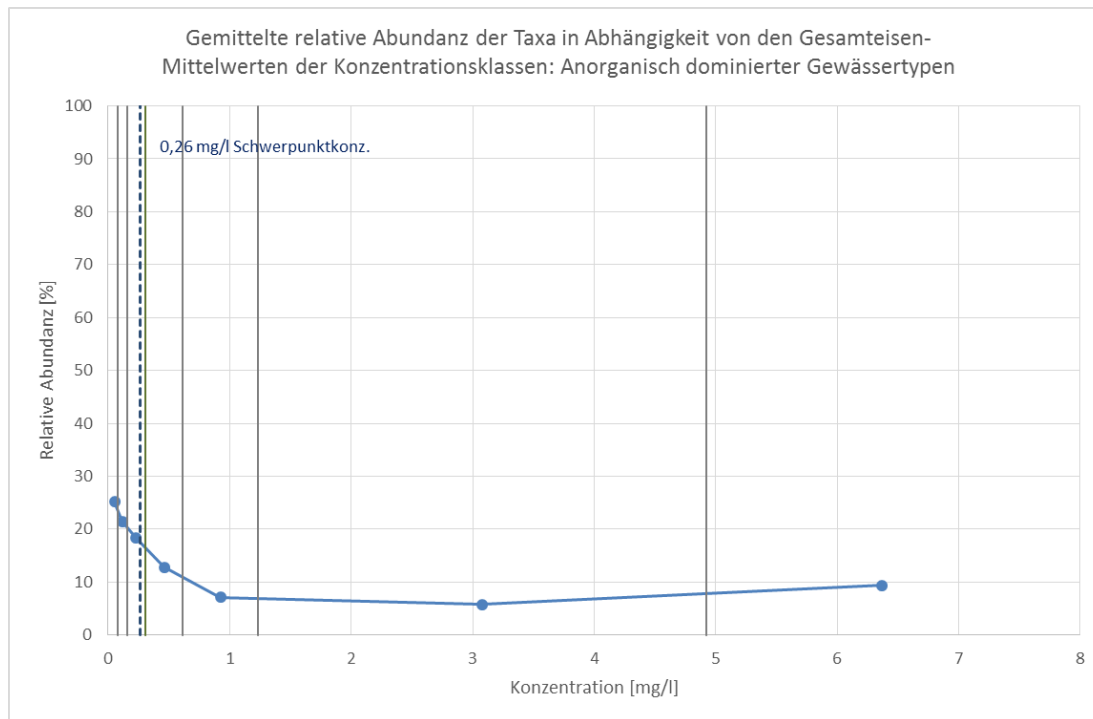


Abbildung 4-111: Relative Abundanz von *Anodonta anatina* in anorganisch dominierten Gewässertypen gegen die Gesamteisenkonzentration; die über eine blaue Linie verbundenen Punkte markieren die relativen Abundanzen der mittleren Konzentrationen von insgesamt 7 Konzentrationsklassen, deren Klassengrenzen als graue Senkrechte dargestellt sind; die gestrichelte Senkrechte markiert die Schwerpunktkonzentration (SWP-K); Gesamteisen-Typ „3aB“

4.6.1 Fazit der Auswertungen auf Einzeltaxa-Ebene

Die exemplarisch dargestellten Einzelergebnisse für ausgewählte Arten zeigen, dass die taxaspezifischen Gesamteisen-Präferenzspektren für organisch und anorganisch dominierte Gewässertypen unabhängig vom taxonomischen Verwandtschaftsgrad sehr unterschiedlich ausfallen können. Das Spektrum reicht von Taxa, die ausgeprägte Optima in niedrigen bis mittleren Konzentrationsbereichen zeigen, bis zu solchen, die entweder bereits oberhalb der geringsten Gesamteisenkonzentrationen abnehmende relative Abundanzen aufweisen, oder deren höchste relative Abundanzen im Bereich der obersten Konzentrationsklasse liegen. Dabei können die Schwerpunktkonzentrationen und Optima im Einzelfall sowohl in organisch als auch in anorganisch dominierten Gewässertypen höher oder niedriger sein.

Für die Gesamtheit aller ausgewerteten Taxa, zeigt sich allerdings, dass die Schwerpunktkonzentrationen bei der weit überwiegenden Zahl der Fälle in den organisch dominierten Gewässertypen mehr oder weniger deutlich über denen der anorganisch dominierten Gewässertypen liegen und, dass die gemittelten relativen Abundanzen in beiden Gewässertypgruppen bereits bei der niedrigsten Konzentrationsklasse ihr Maximum erreichen. Somit sind Schädwirkungen erhöhter, bio verfügbarer Eisenkonzentrationen auf das Makrozoobenthos als Normalfall zu betrachten, während nur einige wenige taxonomische Gruppen bzw. Arten mehr oder weniger Eisen unempfindlich sind oder tatsächlich von hohen Eisenkonzentrationen profitieren. Letztere nutzen vermutlich eisenoxidierende Bakterien als Energie- bzw. Nahrungsquelle (entweder als Primär- oder als Sekundärkonsumenten). Sie müssen zudem über hinreichende Fähigkeiten verfügen, ihre Atemorgane vor Eisenhydroxidniederschlägen zu schützen, bzw. deren Oberflächen effektiv zu reinigen oder/und zumindest bedingt mit

Sauerstoffmangelsituationen zurecht zu kommen. Sofern diese Voraussetzungen erfüllt sind, ist auch davon auszugehen, dass sie bei erhöhten Gesamteisenkonzentrationen einem verminderten Fraßdruck ausgesetzt sind, da zumindest die Zahl ihrer Fraßfeinde (z.B. Fische) infolge der auf sie wirkenden Eisenbelastungen verringert sein dürfte.

Besonders anzumerken ist die starke Heterogenität der beiden taxonomischen Gruppen *Bivalvia* und *Diptera* im Hinblick auf Eisen. Sie erscheinen im Mittel relativ eisenunempfindlich, umfassen aber das gesamte Spektrum von Eisen präferierenden Taxa, über Eisen tolerierende Taxa, bis zu Eisen präferierenden Taxa.

4.7 Auswertungsergebnisse für die autökologischen Eigenschaften bzw. funktionalen Gruppen des Makrozoobenthos

Um zu ermitteln, ob und wie sich unterschiedliche Gesamteisenkonzentrationen nicht nur aus taxonomischer, sondern auch aus ökologischer Sicht auf das Makrozoobenthos auswirken, sind nachfolgend die Ergebnisse der Auswertungen nach ihren funktionalen Gruppen dargestellt:

- Längszonale Präferenzen,
- Strömungspräferenzen,
- Habitatpräferenzen,
- Ernährungstypen.

Damit soll geprüft werden, ob sich die Eisenwirkungen auf die biozönotischen Besiedlungsverhältnisse des Makrozoobenthos in Fließgewässern zu bestimmten Habitatfaktoren wie z. B. die Strömungs- und Substratverhältnisse in Bezug setzen lassen, um daraus Schlussfolgerungen hinsichtlich der spezifischen Wirkmechanismen ziehen zu können.

Die nachfolgenden Abbildungen zeigen jeweils das Verhältnis der funktionalen Präferenzen der Makrozoobenthos-Taxa zu den für jede Kategorie berechneten Mittelwerten der einzelnen Gesamteisen-Schwerpunktkonzentrationen als Säulendiagramme.

Berücksichtigt sind jeweils nur die Taxa, deren Präferenz für die jeweilige funktionale Kategorie mit mindestens 6 von 10 Punkten eingestuft ist. Eine Ausnahme ergibt sich für die Strömungspräferenzen. Da die einzelnen Taxa des Makrozoobenthos stets nur einer der Strömungspräferenzen zugeordnet sind, ist diese Bedingung hier ohne Bedeutung.

4.7.1 Längszonale Präferenzen

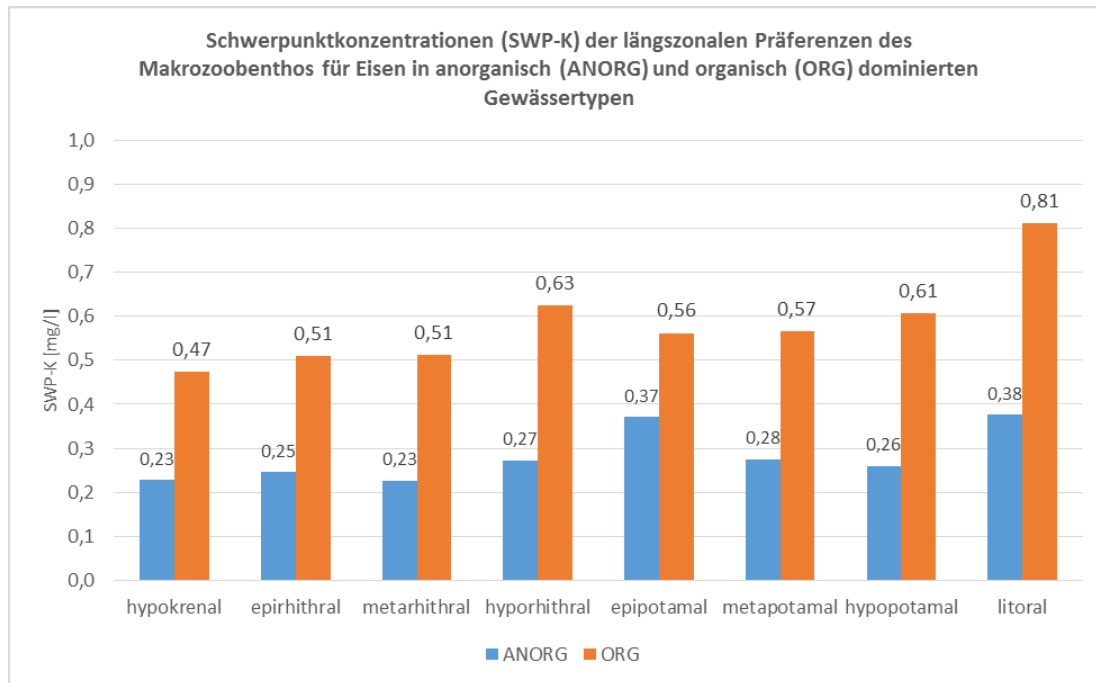


Abbildung 4-112: Mittlere Gesamteisen-Schwerpunktkonzentrationen (SWP-K) der nach ihren Längszonalen Präferenzen gruppierten Taxa des Makrozoobenthos in anorganischen (ANORG) und in organisch dominierten (ORG) Gewässertypen

Abbildung 4-112 zeigt, dass in anorganisch dominierten Gewässertypen krenale bis metarhithrale Taxa die niedrigsten Schwerpunktkonzentrationen für Gesamteisen aufweisen, d.h., dass diese Taxa am ehesten mit Abundanzrückgängen auf erhöhte Eisenkonzentrationen reagieren. Die höchsten Schwerpunktkonzentrationen weisen in anorganisch dominierten Gewässertypen dagegen die epipotamalen und die litoral Taxa auf.

Krenale bis metarhithrale Taxa zeichnen sich auch in organisch dominierten Gewässertypen durch die niedrigsten Gesamteisen-Schwerpunktkonzentrationen aus. Auch hier werden die höchsten Werte von den litoral Taxa erreicht. Abweichungen in der Rangfolge der Schwerpunktkonzentrationen zeigen sich hier dagegen bei den zweit- und dritthöchsten Werten, die in organisch dominierten Gewässertypen von hyporhithralen und hypopotamalen Taxa erreicht werden.

Davon ausgehend, dass für die längszonalen Präferenzen der Taxa vor allem Spezialisierungen auf unterschiedliche Atmungsbedingungen eine maßgebliche Rolle spielen (insbesondere temperaturabhängiger Sauerstoffgehalt und Sauerstoffbedarf sowie strömungsabhängige Sauerstoffversorgung) und, dass Eisen bei erhöhten Konzentrationen vornehmlich die Atemorgane belastet, erscheint es nur plausibel, dass vorrangig diejenigen Taxa Bestandsrückgänge erleiden, die die höheren Ansprüche an die Atmungsbedingungen ihres Lebensraums stellen (krenale bis metarhithrale Taxa).

4.7.2 Strömungspräferenzen

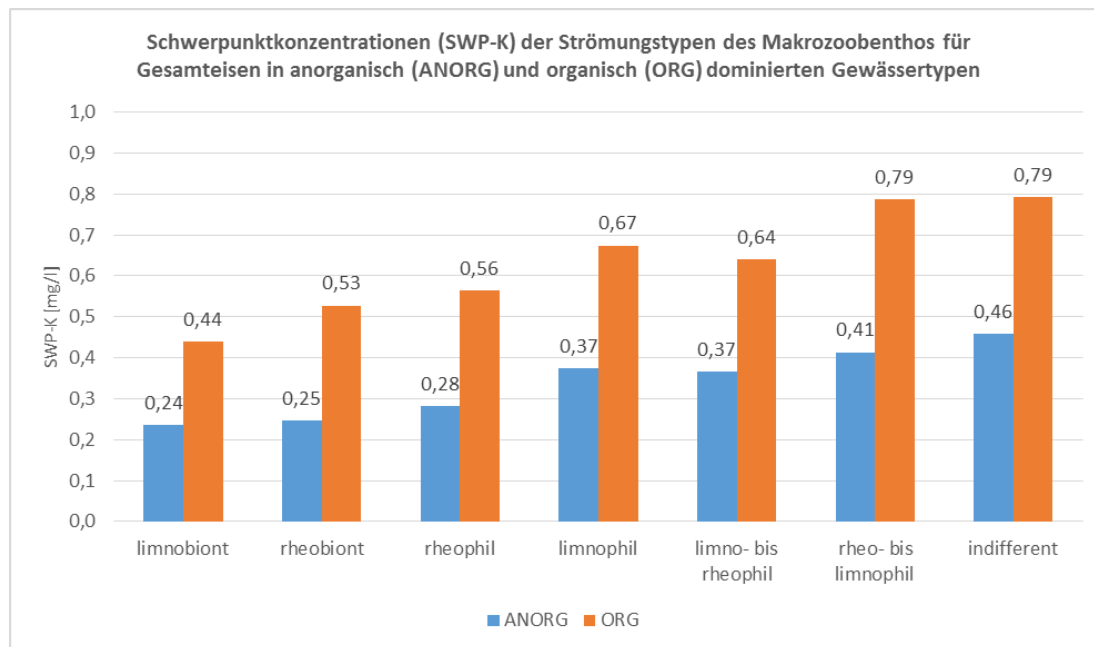


Abbildung 4-113: Mittlere Gesamteisen-Schwerpunktkonzentrationen (SWP-K) der nach ihren Strömungspräferenzen gruppierten Taxa des Makrozoobenthos in anorganischen (ANORG) und in organisch dominierten (ORG) Gewässertypen

Wie Abbildung 4-113 zu entnehmen ist, sind die relativen Unterschiede der Gesamteisen-Schwerpunktkonzentrationen zwischen den Taxa der anorganisch und der organisch dominierten Gewässertypen weitgehend einheitlich. Ebenso ist zu erkennen, dass sich Eisen meidende und Eisen präferierende Taxa nicht in strömungsangepasste und strömungsmeidende Taxa aufteilen lassen. Dagegen zeigt sich aber eine Abfolge der Gesamteisen-Schwerpunktkonzentrationen in Abhängigkeit vom Grad der strömungsbezogenen Sten- bzw. Euryökie:

1. Rheobionte und limnobionte Taxa => sehr niedrige SWP-K
2. Rheophile und limnophile Taxa => niedrige SWP-K
3. Rheophile bis limnophile und limnophile bis rheophile Taxa => hohe SWP-K
4. Indifferente Taxa => sehr hohe SWP-K

Je weniger also eine Art auf ganz bestimmte Strömungsbedingungen angewiesen ist, d.h. je anpassungsfähiger sie diesbezüglich ist, desto größer ist offenkundig auch ihre Toleranz gegenüber erhöhten Eisenkonzentrationen zurechtkommt.

4.7.3 Habitatpräferenzen

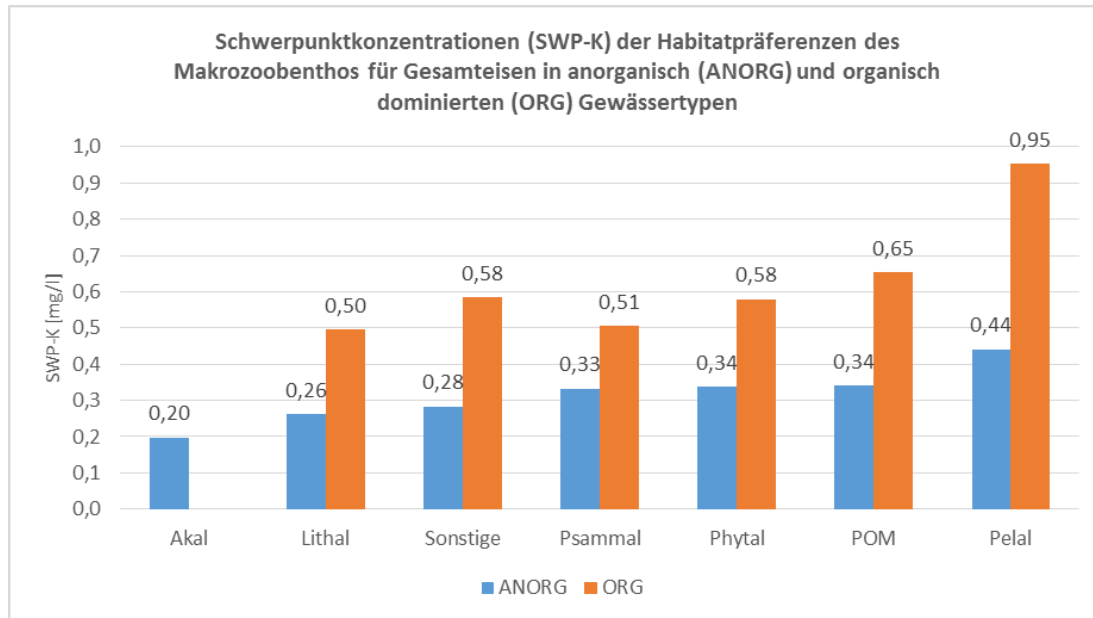


Abbildung 4-114: Mittlere Gesamteisen-Schwerpunktkonzentrationen (SWP-K) der nach ihren Habitatpräferenzen gruppierten Taxa des Makrozoobenthos in anorganischen (ANORG) und organischen (ORG) Gewässertypen

Abbildung 4-114 zeigt deutlich, dass Feinsubstratbesiedler (Pelal- und POM-Besiedler, d.h. Arten, die bevorzugt feines partikuläres organisches Substrat bevorzugt besiedeln) am ehesten die notwendigen Voraussetzungen erfüllen, um in eisenreichen Fließgewässern hohe Abundanzen zu erreichen. Dazu passt, dass Feinsubstratbesiedler wegen der niedrigeren Sauerstoffgehalte des Interstitialwassers von Feinsubstraten i.d.R. geringere Anforderungen an die Atmungsbedingungen stellen. Bezüglich der anderen Substrat bezogenen Habitatpräferenzen, ist dagegen keine eindeutige weitergehende Differenzierung der gemittelten Schwerpunktkonzentrationen in Abhängigkeit von der Korngröße zu erkennen.

4.7.4 Ernährungstypen

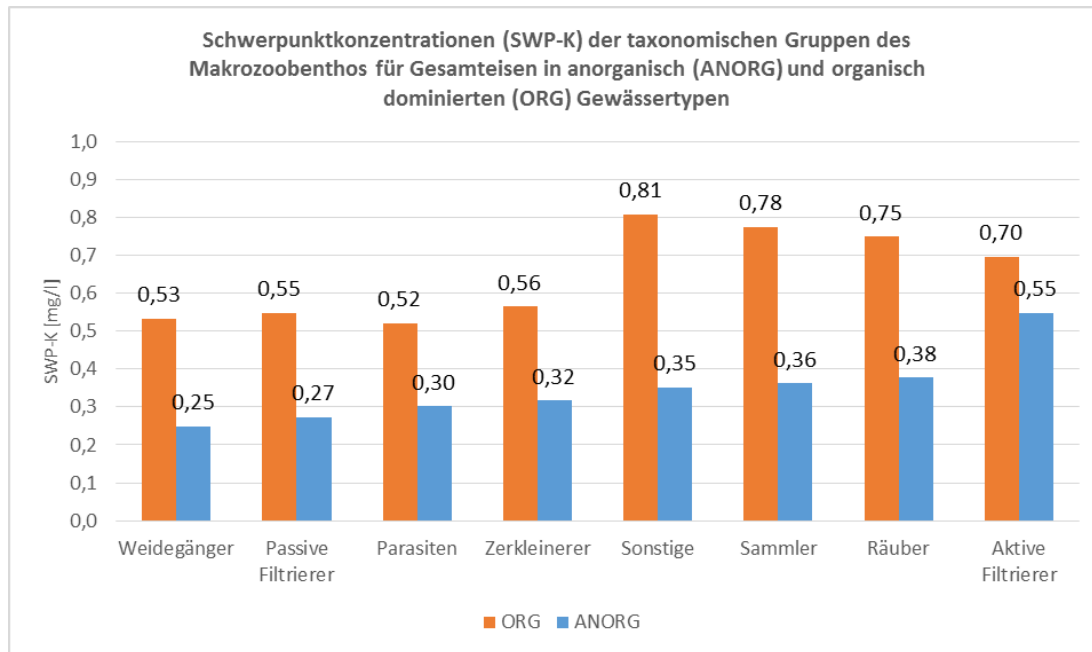


Abbildung 4-115: Mittlere Gesamteisen-Schwerpunktkonzentrationen (SWP-K) der nach ihren Ernährungstypen gruppierten Taxa des Makrozoobenthos in anorganischen (ANORG) und organischen (ORG) Gewässertypen

Wie Abbildung 4-115 zu entnehmen ist, sind bei den anorganisch dominierten Gewässertypen die aktiven Filtrierer diejenigen mit den höchsten gemittelten Gesamteisen-Schwerpunktkonzentrationen, gefolgt von Räubern und Sammlern (Sedimentfresser), wobei Letztere jedoch bereits erheblich geringere Werte aufweisen. Am anderen Ende der Rangfolge stehen die Weidegänger mit den niedrigsten Durchschnittswerten der Gesamteisen-Schwerpunktkonzentrationen, relativ dicht gefolgt von den passiven Filtrierern.

Bei den organisch dominierten Gewässertypen verschiebt sich zwischen den drei Gruppen mit den höchsten Gesamteisen-Schwerpunktkonzentrationen vor allem deren Reihenfolge und Abstand zueinander. Abgesehen von den nicht näher differenzierbaren sog. „Sonstigen“ erreichen hier die Sammler (Sedimentfresser) die höchsten Werte, werden jedoch dicht gefolgt von Räubern und aktiven Filtrierern. Alle anderen Gruppen sind offenbar mehrheitlich deutlich eisenempfindlicher und unterscheiden sich untereinander nur unwesentlich.

Im Mittel der Gesamteisen-Schwerpunktkonzentrationen der Makrozoobenthos-Taxagruppen bei anorganisch dominierten und organisch dominierten Gewässertypen sind somit die Weidegänger und die passiven Filtrierer besonders Eisen meidend (eisenempfindlich), während die aktiven Filtrierer im Durchschnitt die größte Toleranz gegenüber erhöhten Gesamteisenkonzentrationen aufweisen bzw. im Einzelfall sogar davon profitieren können.

Letzteres könnte damit zusammen hängen, dass die aktiven Filtrierer i.d.R. über ihre Atemorgane Nahrungspartikel aus dem Wasser filtrieren und dazu die Atemorgane gleichzeitig kontinuierlich von Nahrungs- und Nichtnahrungspartikeln reinigen. Die großen Unterschiede z.B. innerhalb der Muscheln, die alle zu den aktiven Filtrierern gehören, zeigen jedoch, dass zudem noch andere Voraussetzungen erfüllt sein müssen, damit die Taxa hohe Eisenkonzentrationen tolerieren oder sogar von ihnen profitieren können (z.B. geringere Anforderungen an die Atmungsbedingungen und ggf. Nutzbarkeit von Eisen oxidierenden Bakterien als primäre oder sekundäre Nahrungsquelle).

Der Umstand, dass vor allem Weidegänger und passive Filtrierer überwiegend zu den eisenempfindlichen Taxa gehören, könnte darin begründet sein, dass bei erhöh-

ten Eisenkonzentrationen verstärkt Phosphat ausgefällt wird, so dass der den Weidegängen als Nahrung dienende Algenaufwuchs vermindert wird (antitrophische Wirkung von Eisen im Zusammenhang mit der Ausfällung von ortho-Phosphat). Bei höheren Eisen-Konzentrationen überdecken zudem Eisenhydroxyd-Überzüge die Gewässersubstrate und damit die potenziellen Aufwuchsflächen sessiler Algen. Weidegängen, die keine Eisen oxidierenden Bakterien fressen können, ist dann die Nahrungsgrundlage entzogen.

Passive Filtrierer, wie z.B. Kriebelmücken, verfügen zum einen nicht wie aktive Filtrierer über Reinigungsmechanismen Ihrer Atemorgane und müssen zum anderen bei erhöhten Eisenkonzentrationen auch mit Eisenausfällungen an ihren Fangnetzen rechnen. Da diese Arten i.d.R. über keine vergleichbaren Reinigungsmechanismen für Ihre Atemorgane verfügen, können bei ihnen somit sowohl Atmungs- als auch Nahrungsprobleme auftreten.

4.8 Auswertungsergebnisse für die Güte- und Störungszeiger des Deutschen Fauna-Index (DFI)

Für die ökologische Zustandsbewertung des Makrozoobenthos spielt der Deutsche Fauna-Index (DFI) eine besonders wichtige Rolle. Die Frage, in welcher Weise sich die gewässertypspezifischen Güte- und Störungszeiger in ihren Gesamteisen-Präferenzspektren unterscheiden, ist somit von grundlegender Bedeutung.

Ein Überblick über die gemittelten Gesamteisen-Schwerpunktkonzentrationen aller gewässertypspezifischen Güte- und Störungszeiger ist im Säulendiagramm der Abbildung 4-116 dargestellt. Dabei ist zu beachten, dass für die DFI-Typen 11 / 12 und 19 die Eisenpräferenzeinstufungen der Taxa für organisch dominierte Gewässertypen verwendet wurden, während für alle anderen DFI-Typen die entsprechenden Einstufungen für anorganisch dominierte Gewässertypen Berücksichtigung fanden.

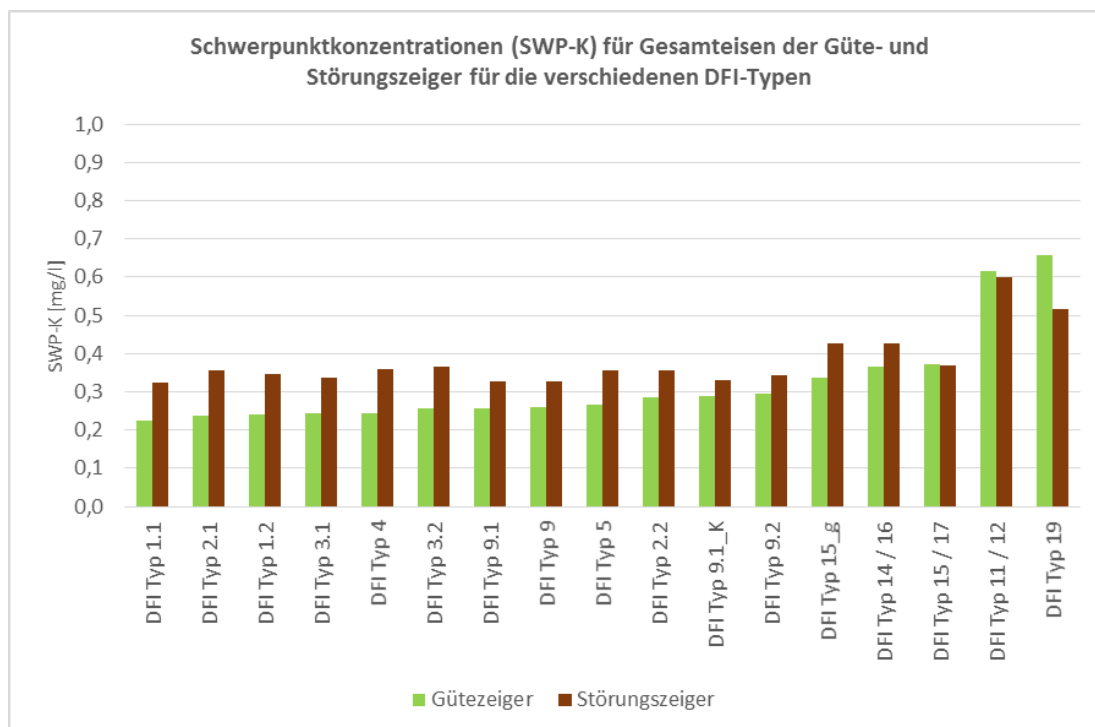


Abbildung 4-116: Mittlere Gesamteisen-Schwerpunktkonzentrationen (SWP-K) der Gütezeiger (grün) und der Störungszeiger (rot) des Deutschen Faunaindex (DFI) für die verschiedenen Gewässertypen, sortiert nach den SWP-K der Gütezeiger

Die Auswertung der gemittelten Schwerpunktkonzentrationen der Güte- und Störungszeiger zeigt, dass bei den meisten DFI-Typen die Gütezeiger geringere mittlere Gesamteisen-Schwerpunktkonzentrationen als die Störungszeiger aufweisen. Somit ist die Wahrscheinlichkeit hier groß, dass sich eine erhöhte Gesamteisenkonzentration negativ auf das DFI-Bewertungsergebnis auswirken kann.

Dies trifft jedoch nicht auf alle DFI-Typen gleichermaßen zu. Es lassen sich zwei Tendenzen ausmachen, die einem Ökoregions- und/oder Gefällegradienten von den DFI-Typen der gefällereichen Alpengewässer bis zu denen der gefällearmen Tieflandgewässer zu folgen scheinen:

1. Zunahme der Gesamteisen-Schwerpunktkonzentrationen der Gütezeiger (d.h. Abnahme ihrer Empfindlichkeit gegenüber erhöhten Gesamteisenkonzentrationen)
2. Abnahme der relativen Unterschiede der Gesamteisen-Schwerpunktkonzentrationen zwischen Güte- und Störungszeigern bis hin zu einer Umkehr des Verhältnisses bei den DFI-Typen 15 / 17, 11 / 12 und 19

Während also bei den meisten Fließgewässertypen erhöhte Gesamteisenkonzentrationen die DFI-Bewertung verschlechtern dürften, ist in besonders gefällearmen Tieflandgewässern damit zu rechnen, dass der DFI hier nicht mit einem schlechteren Bewertungsergebnis reagiert, sondern unter Umständen sogar ein besseres Ergebnis ausgegeben wird. Vor diesem Hintergrund sollten für diese DFI-Typen die Zuweisungen der Taxa zu den Listen der Güte- und Störungszeiger noch einmal kritisch überprüft werden.

4.9 Auswertungsergebnisse für die Saprobie-Indikatoren

Wie sich die Gesamteisen-Schwerpunktkonzentrationen der Saprobier im Verhältnis ihren saprobiellen Indexeinstufungen darstellen, zeigt die nachfolgende Abbildung 4-117.

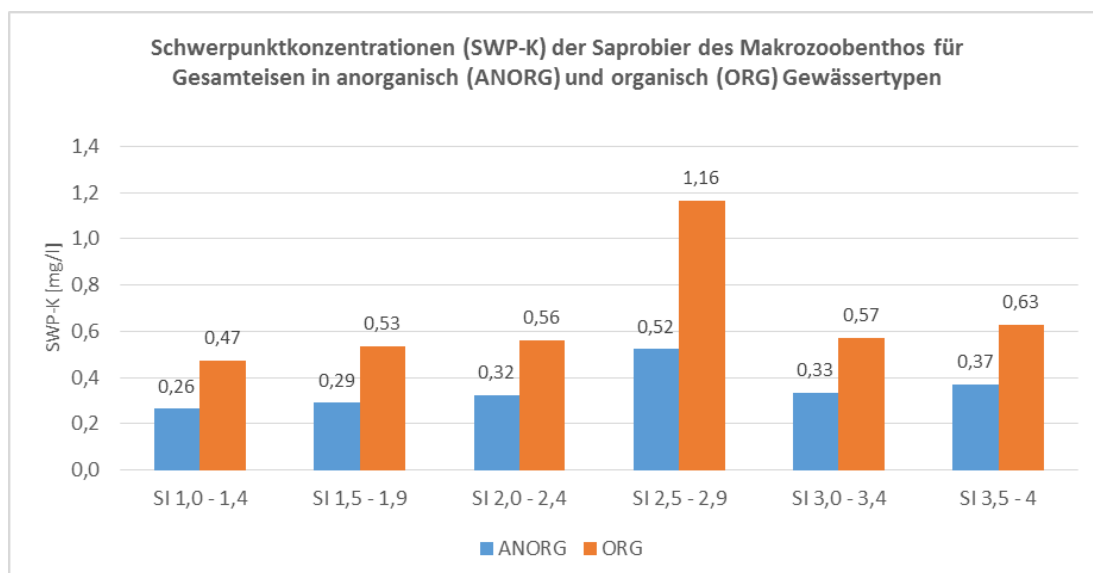


Abbildung 4-117: Mittlere Gesamteisen-Schwerpunktkonzentrationen (SWP-K) der nach ihren Saprobie-Indexwerten (SI) gruppierten Taxa des Makrozoobenthos in anorganisch (ANORG) und organisch (ORG) dominierten Gewässertypen

Für die Saprobie-Indikatoren des Makrozoobenthos lässt sich ein Trend zu höheren mittleren Gesamteisen-Schwerpunktkonzentrationen nur für die Indexspanne zwischen 1,0 und 2,9 erkennen. Die eindeutig höchste Toleranz gegenüber erhöhten Gesamteisenkonzentrationen scheint die Gruppe der Saprobie-Indikatoren mit Indexwerten zwischen 2,5 und 2,9 aufzuweisen. Taxa mit noch höheren Saprobie-Indexwerten über 2,9 haben dagegen wieder deutlich niedrigere mittlere Gesamteisen-Schwerpunktkonzentrationen. Für diese Gruppe zeigt sich, dass hier Oligochaeta (Wenigborster) den größten Anteil ausmachen, die mit einer mittleren Schwerpunktkonzentration von 0,29 mg/l Gesamteisen in anorganisch dominierten Gewässertypen und 0,50 mg/l in organisch dominierten Gewässertypen zu den überwiegend Eisen empfindlichen taxonomischen Gruppen gehören (s. Abbildung 4-117).

Das Auswertungsergebnis bedeutet in der Konsequenz, dass die Saprobiebewertung bei geringen bis mäßigen saprobiellen Belastungen durch eine zusätzliche Eisenbelastung negativer ausfallen könnte. Bei hohen bis sehr hohen saprobiellen Belastungen kann eine zusätzliche Eisenbelastung dagegen das Ergebnis der Saprobiebewertung antagonistisch beeinflussen, d. h. dazu führen, dass eine geringere Saprobie als tatsächlich vorliegt, indiziert wird.

4.10 Zusammenfassung der Auswertungsergebnisse für die abgeleiteten taxaspezifischen Gesamteisen-Präferenzspektren des Makrozoobenthos

Die Auswertungsergebnisse für die abgeleiteten taxaspezifischen Gesamteisen-Präferenzspektren des Makrozoobenthos lassen sich wie folgt zusammenfassen:

1. Eine Differenzierung zwischen silikatischen und karbonatischen Gewässertypen ist für die Ableitung von Gesamteisenpräferenzspektren des Makrozoobenthos nicht zielführend, da sich keine hinreichend plausiblen Unterschiede zeigen. Daraus lässt sich schließen, dass die potenzielle Wirkung von Eisen auf die Ionen- und Osmoregulation aquatischer Organismen zumindest nicht von primärer Bedeutung ist.
2. Dagegen zeigen sich für anorganisch und organisch dominierte Gewässertypen sehr deutliche Unterschiede in den Präferenzspektren des Makrozoobenthos für Gesamteisen: niedrige Schwerpunktkonzentrationen für anorganisch dominierte Gewässertypen und hohe Schwerpunktkonzentrationen für organisch dominierte Gewässertypen.
3. Die Unterschiede der Präferenzspektren des Makrozoobenthos für Gesamteisen zwischen anorganisch und organisch dominierten Gewässertypen werden im Wesentlichen auf die unterschiedlichen Gehalte an bioverfügbarem Eisen zurück geführt.
4. Insgesamt zeigt sich, dass die gemittelte relative Abundanz aller Makrozoobenthos-Taxa bereits oberhalb einer Gesamteisenkonzentration von 0,62 mg/l in anorganisch dominierten Gewässertypen und von 0,85 mg/l in organisch dominierten Gewässertypen unter 30 % fällt. Die größten relativen Abundanzen der Gesamtheit aller Taxa liegen in anorganisch dominierten Gewässertypen bei einer Gesamteisenkonzentration unter 0,08 mg/l und in organisch dominierten Gewässertypen unter 0,21 mg/l.
5. Gesonderte Auswertungen für die unterschiedlichen taxonomischen Gruppen des Makrozoobenthos zeigen, dass die meisten Gruppen relativ empfindlich und gleichartig auf erhöhte Gesamteisenkonzentrationen reagieren. Davon weichen allerdings die Bivalvia (Muscheln) und die Diptera (Zweiflügler) stark ab. Sie zeichnen sich im Durchschnitt durch deutlich höhere Gesamteisen-Schwerpunktkonzentrationen sowie durch besonders große Unterschiede innerhalb der Gruppen im Hinblick auf die taxaspezifischen Präferenzspektren

für Gesamteisen aus. In beiden Gruppen sind sowohl Eisen meidende als auch von Eisen profitierende Taxa vertreten.

6. Die verschiedenen für einzelne Taxa dargestellten Präferenzspektren zeigen, dass die Gesamtspannweite der Konsequenzen erhöhter Eisenkonzentrationen für das Makrozoobenthos sehr groß ist.
7. Die Auswertungen der längszonalen Präferenzen legen einen Zusammenhang der Eisenwirkungen mit den Taxa spezifischen Anforderungen an die Atmungsbedingungen (insbes. Temperatur abhängiger Sauerstoffgehalt und Sauerstoffbedarf sowie strömungsabhängige Sauerstoffversorgung) nahe. Je höher diese Anforderungen sind (z.B. bei krenalen bis metarhithralen Taxa), desto empfindlicher scheinen die Organismen tendenziell auch auf erhöhte Eisenbelastungen zu reagieren.
8. Die Auswertungen der Strömungspräferenzen zeigen eine klare Abfolge der Gesamteisen-Schwerpunktkonzentrationen in Abhängigkeit vom Grad der strömungsbezogenen Sten- bzw. Euryökie. Je anpassungsfähiger (euryöker) eine Art im Hinblick auf unterschiedliche Strömungsverhältnisse ist, desto größer ist offenbar die Wahrscheinlichkeit, dass sie auch mit erhöhten Eisenkonzentrationen zurechtkommt oder sogar von ihnen profitieren kann.
9. Bezüglich der Habitatpräferenzen erfüllen die Feinsubstratbesiedler (Pelal- und POM-Besiedler, d.h. Arten, die bevorzugt feines partikuläres organisches Substrat besiedeln) am ehesten die notwendigen Voraussetzungen, um in eisenreichen Fließgewässern hohe Abundanzen zu erreichen. Auch hierfür dürften in erster Linie die i.d.R. geringeren Anforderungen der Feinsubstratbesiedler an die Atmungsbedingungen verantwortlich sein.
10. Bei den Ernährungstypen stehen sich vor allem die Weidegänger und die aktiven Filtrierer im Hinblick auf ihre Gesamteisenpräferenzen gegenüber. Für die besonders hohe Eisenempfindlichkeit der Weidegänger dürfte vor allem eine Verringerung des Algenaufwuchses und damit ihrer Nahrungsgrundlage in Kombination mit Belastungen der Atmungsorgane verantwortlich sein. Dagegen können aktive Filtrierer hinsichtlich erhöhter Eisenkonzentrationen wahrscheinlich vor allem von ihren speziellen Reinigungsmöglichkeiten für ihre als Nahrungsfilter dienenden Atemorgane profitieren.
11. Die Auswertungen der Güte- und Störungszeiger des Deutschen Fauna-Index (DFI) zeigen, dass bei den meisten Fließgewässertypen erhöhte Gesamteisenkonzentrationen die DFI-Bewertung verschlechtern dürften. Dagegen ist aber in besonders gefällearmen Tieflandgewässern damit zu rechnen, dass der DFI nicht mit einem schlechteren Bewertungsergebnis reagiert, sondern unter Umständen sogar ein besseres Ergebnis ausgegeben wird. Vor diesem Hintergrund sollten für diese DFI-Typen die Zuweisungen der Taxa zu den Listen der Güte- und Störungszeiger noch einmal kritisch überprüft werden.
12. Das Auswertungsergebnis für die Saprobie-Indikatoren des Makrozoobenthos zeigt, dass die Gruppe der Saprobie-Indikatoren mit Indexwerten zwischen 2,5 und 2,9 die eindeutig höchste Toleranz gegenüber erhöhten Gesamteisenkonzentrationen aufzuweisen scheint. Taxa mit noch höheren saprobiellen Indexwerten reagieren offenbar wieder empfindlicher auf erhöhte Gesamteisenkonzentrationen. In der Konsequenz heißt das, dass das Saprobiebewertungsergebnis bei geringen bis mäßigen saprobiellen Belastungen durch eine zusätzliche Eisenbelastung negativer ausfallen könnte. Bei hohen bis sehr hohen saprobiellen Belastungen kann eine zusätzliche Eisenbelastung dagegen das Ergebnis der Saprobiebewertung antagonistisch beeinflussen, d. h. dazu führen, dass eine geringere Saprobie als tatsächlich vorliegt, indiziert wird.

5 Indizierbarkeit der mittleren Jahres-Gesamteisenkonzentrationen von Probestellen mittels der abgeleiteten Gesamteisen-Typen des Makrozoobenthos

Zur Prüfung der Plausibilität der ermittelten Zusammenhänge zwischen der Gesamteisenkonzentration und den Besiedlungsverhältnissen des Makrozoobenthos bzw. den abgeleiteten Gesamteisen-Typen wurde getestet, wie gut diese sich (für anorganisch und organisch dominierte Gewässertypen) eignen, um die mittleren Gesamteisen-Jahreskonzentrationen der beprobten Gewässer zu indizieren. Dazu wurde ein Indikatorischer Kennwert für jede Probe des ausgewerteten Datensatzes berechnet. Grundlage dessen ist eine Einteilung der Gesamteisen-Typen des Makrozoobenthos in folgende Gruppen:

Gruppe 1: Stark bis mäßig Eisen meidende Gesamteisen-Typen und

Gruppe 2: Mäßig Eisen tolerierende bis stark präferierende Gesamteisen-Typen

Für beide Gruppen werden die prozentualen Abundanzanteile je Probe (basierend auf Abundanzklassen zwischen 1 und 7) berechnet und jeweils mit Wichtungsfaktoren multipliziert, die sich nach der spezifischen Gesamteisen-Präferenzstärke des jeweiligen Gesamteisen-Typs richtet. Auf diese Weise gehen die Taxa der Gesamteisen-Typen am stärksten in die Berechnung ein, die besonders Eisen meidend oder besonders Eisen präferierend sind. Anschließend werden die gewichteten prozentualen Abundanzen für beide Gruppen aufaddiert und die Differenz zwischen beiden Summen (Summe Gr. 1 minus Summe Gr. 2) gebildet.

Durch Multiplikation der so gebildeten Differenz mit 1/1000 und Addition von 0,5 bzw. mit 1/1200 und Addition von 0,5 werden die Indikatorischen Kennwerte auf einen Score zwischen 0 (Artengemeinschaft ist Gesamteisen präferierend) und 1 (Artengemeinschaft ist Gesamteisen meidend) skaliert.

Die Indikatorischen Kennwerte berechnen sich somit gemäß folgenden Formeln:

Indikatorischer Kennwert für anorganische Gewässertypen (IK_{ano})

$$IK_{ano} = ((5^{**}1aA^{**} + 4^{**}1aB^{**} + 3^{**}2aB^{**} + 2^{**}3aB^{**} + 1^{**}3aC^{**}) - (1^{**}4aB^{**} + 2^{**}4aC^{**} + 3^{**}5aA^{**} + 4^{**}5aB^{**} + 5^{**}5aC^{**})) * 1/1000 + 0,5$$

Indikatorischer Kennwert für organische Gewässertypen (IK_{org})

$$IK_{org} = ((6^{**}1oA^{**} + 5^{**}1oB^{**} + 4^{**}2oA^{**} + 3^{**}2oB^{**} + 2^{**}3oB^{**} + 1^{**}3oC^{**}) - (1^{**}4oA^{**} + 2^{**}4oB^{**} + 3^{**}4oC^{**} + 4^{**}5oA^{**} + 5^{**}5oB^{**} + 6^{**}5oC^{**})) * 1/1200 + 0,5$$

Dabei stehen die Kürzel der Gesamteisen-Typen (z.B. "2aB") stellvertretend für den jeweils berechneten prozentualen Abundanzanteil des Gesamteisen-Typs an der Gesamtprobe.

Die nachfolgenden Abbildungen (s Abbildung 5-1 und Abbildung 5-2) stellen die Ergebnisse für anorganisch und organisch dominierte Gewässertypen in Form von Box-Whisker-Plots dar. Darin sind die berechneten Kennwerte auf der Y-Achse gegen die den Gesamteisenkonzentrationsklassen zugeordneten Gesamteisen-Jahresmittelwerte der einzelnen Proben auf der X-Achse aufgetragen.

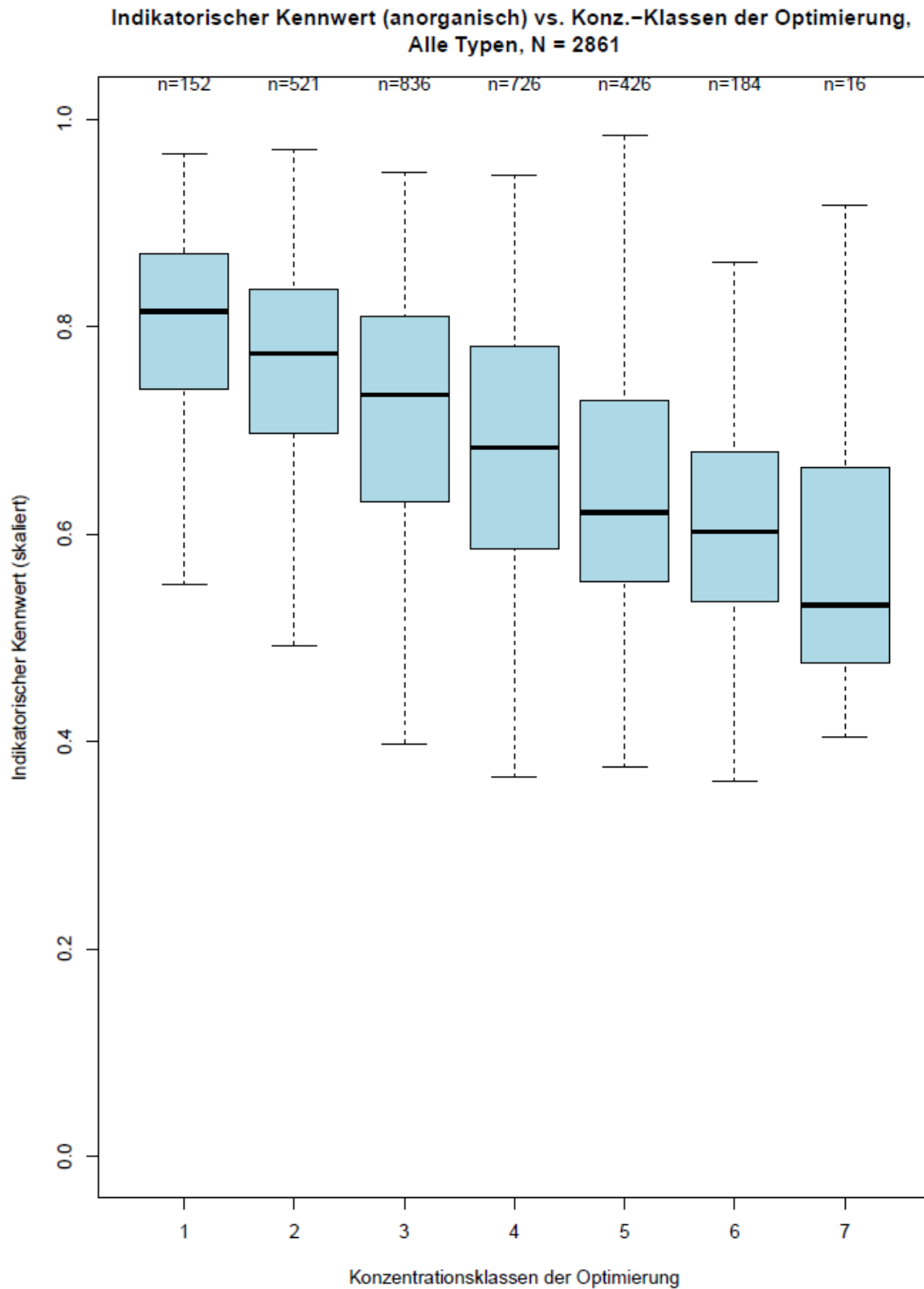


Abbildung 5-1: Indikatorische Kennwerte (0 = Gesamteisen präferierend bis 1 = Gesamteisen meidend) des Makrozoobenthos anorganisch dominierter Gewässertypen in Abhängigkeit von den mittleren Gesamteisen-Jahreskonzentrationen der Proben, die den 7 Gesamteisen-Konzentrationsklassen anorganisch dominierter Gewässertypen zugewiesen sind; Probenzahl N = 2861

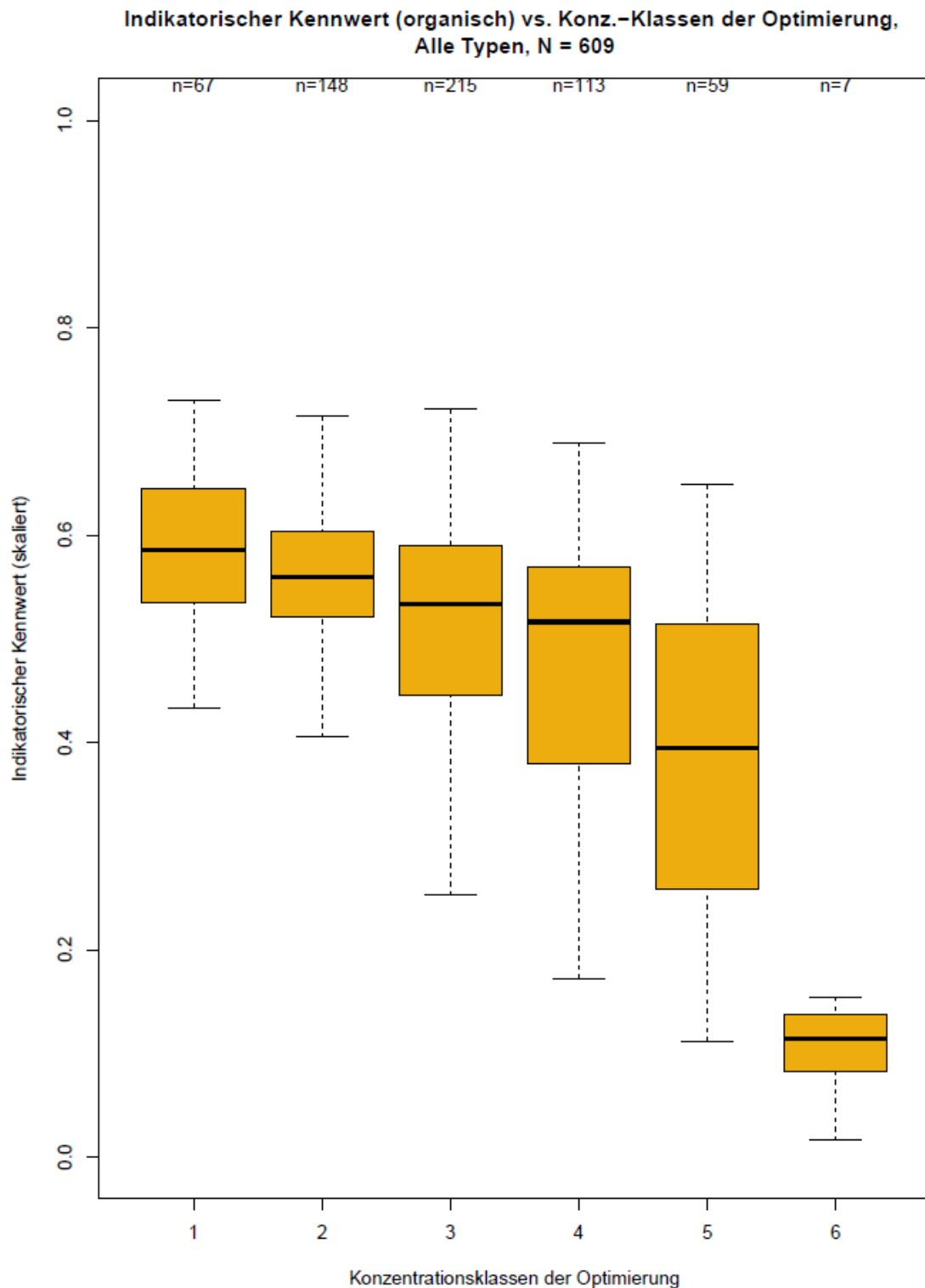


Abbildung 5-2: Indikatorische Kennwerte (0 = Gesamteisen präferierend bis 1 = Gesamteisen meidend) des Makrozoobenthos organisch dominierter Gewässertypen in Abhängigkeit von den mittleren Gesamteisen-Jahreskonzentrationen der Proben, die den 6 Gesamteisen-Konzentrationsklassen organisch dominierter Gewässertypen zugewiesen sind; Probenzahl N = 609

In beiden Diagrammen nehmen die indikatorischen Kennwerte des Makrozoobenthos mit zunehmender mittlerer jährlicher Gesamteisenkonzentration stetig ab. Dabei ist bei den anorganisch dominierten Gewässertypen zwischen den Medianen der 7 Konzentrationsklassen und den Kennwerten eine annähernd lineare Beziehung erkennbar. Je größer die Gesamteisenkonzentration wird, desto weniger Eisen empfindlich sind die Artengemeinschaften der ausgewerteten Proben. Insgesamt bleiben alle 75 -Perzentile der Indikatorischen Kennwerte jedoch bei

Werten über 0,5, d.h. in der Eisen meidenden Hälfte.

Im Unterschied dazu ist eine annähernd lineare Beziehung bei den organisch dominierten Gewässertypen nur zwischen den Medianen der Konzentrationsklassen 1 bis 4 ausgeprägt. Hier ist der Abfall der Werte zum einen flacher und zum anderen liegen die Indikatorischen Kennwerte in einem um ca. 0,2 Punkte niedrigeren Bereich (d.h. zwischen Eisen meidend und Eisen tolerierend). Die Indikatorischen Kennwerte der beiden höchsten Konzentrationsklassen 5 und 6 fallen deutlich ab, so dass die Artengemeinschaften der Proben der Konzentrationsklasse 6 überwiegend von stark Eisen präferierenden Taxa geprägt sind.

Es zeigt sich somit, dass die Besiedlungsverhältnisse des Makrozoobenthos in einer auch für die einzelnen Probestellen bzw. Proben nachweisbaren Relation zu den Gesamteisenkonzentrationen stehen und dass die vorgenommene Gesamteisen-Typisierung des Makrozoobenthos für die Bioindikation von Gesamteisenbelastungen prinzipiell geeignet ist.

Die Überlappungen zwischen den einzelnen aufeinander folgenden Boxen (d.h. der 25- und 75-Perzentile der 7 bzw. 6 Konzentrationsklassen) erlauben jedoch nur eine eindeutige indikatorische Trennung zwischen den beiden obersten Gesamteisen-Konzentrationsklassen einerseits und den beiden untersten andererseits. Für die anorganisch dominierten Gewässertypen heißt das, dass nach dieser Methode Gesamteisenkonzentrationen unter 0,15 mg/l von solchen über 1,23 mg/l mit hoher Wahrscheinlichkeit unterschieden werden können. Für organisch dominierte Gewässertypen liegt die entsprechende indikatorische Unterscheidbarkeit bei Gesamteisenkonzentrationen unter 0,43 mg/l, die sich gegenüber solchen über 1,71 mg/l eindeutig abgrenzen lassen.

6 Ableitung von Orientierungswerten für Eisen

6.1 Konkretisierung des Begriffs „Orientierungswert“

Der Begriff „Orientierungswert“ ist im RaKon Teil B Arbeitspapier II (Stand 2007) nicht abschließend konkretisiert. In Kapitel 1 heißt es

- „Schwellenwerte werden vorgeschlagen für ... den Übergang vom „guten“ zum „mäßigen“ Zustand/Potential (nachfolgend „Orientierungswerte“ genannt).“
- „Die Nichteinhaltung der Orientierungswerte ist ein Hinweis auf mögliche ökologisch wirksame Defizite,“

Im Rahmen des Vorgängerprojekts (LAWA-Projekt O 3.12, Halle und Müller 2014) wurde der Begriff hinsichtlich der allgemeinen chemisch-physikalischen Parameter (ACP) folgendermaßen konkretisiert:

„Der Orientierungswert ist derjenige Schwellenwert eines ACP, dessen Verletzung⁶ dazu führt, dass die Erreichung des guten ökologischen Zustands unwahrscheinlich ist, ohne dass es dazu noch eines anderen Belastungseinflusses bedarf.“

Jeder einzelne ACP kann somit bei einer Verletzung seines Orientierungswertes zum **limitierenden Faktor für die Zielerreichung** werden. Ist der Orientierungswert dagegen eingehalten, bedeutet das, dass der gute ökologische Zustand sehr wahrscheinlich **nicht durch den ACP verhindert** wird. Der **gute ökologische Zustand/das gute ökologische Potenzial** ist aber nur dann mit hinreichender Wahrscheinlichkeit gewährleistet, wenn

1. die Orientierungswerte aller ACP eingehalten sind und
2. alle anderen Belastungen (stofflich, physikalisch, hydrologisch-hydraulisch, strukturell sowie hinsichtlich der ökologischen Durchgängigkeit und Vernetzung) gering sind und
3. ein hinreichendes typspezifisches Besiedlungspotenzial vorhanden ist.

6.2 Prinzipien für die Herleitung der Orientierungswertvorschläge

Die Herleitung der Orientierungswertvorschläge basiert gemäß obigem Begriffsverständnis auf dem Prinzip der Ermittlung der oberen Belastungsgrenzen des guten ökologischen Zustands/Potenzials für einen ACP, bei dem die empfindlichsten der relevanten biologischen Qualitätskomponenten eine gute ökologische Bewertungsklasse gerade noch erreichen können. Damit zeichnen sich die diesen Anforderungen entsprechend abgeleiteten Schwellenwerte durch Größenordnungen aus, die eine gute biologische Bewertung des ökologischen Zustands/Potenzials nur dann ermöglichen, wenn alle anderen Belastungseinflüsse höchstens gering sind.

Die Anwendung dieses Prinzips bedeutet jedoch nicht, dass bei 100 % aller Messstellen eine Orientierungswertverletzung mit einer biologischen Bewertungseinstufung von schlechter als „gut“ einhergehen muss, da es stets Ausreißer gibt, bei denen entweder

1. außergewöhnliche lokale Bedingungen herrschen (der Orientierungswert setzt lediglich „gute“ nicht „sehr gute“ andere Habitatbedingungen voraus), die die biologischen Belastungswirkungen durch einen ACP komplett kompensieren können oder

⁶ Eine Verletzung kann je nach Parameter sowohl eine Über- als auch Unterschreitung sein, in Abhängigkeit davon, ob ein ACP bei erhöhten oder erniedrigten Werten belastend wirkt.

2. relevante Abweichungen der Verhältnisse zwischen den ACP-Messstellen und den biologischen Messstellen gegeben sind oder
3. typologische Fehlzuzuweisungen der Messstellen erfolgt sind oder
4. Mess- oder Bewertungsfehler vorliegen.

6.3 Konsequenzen für die Anwendbarkeit der Orientierungswertvorschläge auf die Messwerte des Monitorings

Für die Anwendbarkeit der Orientierungswertvorschläge ist unbedingt der bei der Ableitung gewählte Bezug zu Art, Zeitpunkt und Häufigkeit der Messwerte zu berücksichtigen. Die im Projekt abgeleiteten Orientierungswertvorschläge basieren auf Jahresmittelwerten der Einzelmessungen. Somit sind diese Orientierungswerte nicht zur Beurteilung von Einzelmesswerten geeignet. Nach Möglichkeit sollten die zu beurteilenden chemischen Monitoringdaten auf einer Messung pro Monat (d. h. 12 Einzelmessungen pro Jahr), mindestens jedoch auf je einer möglichst repräsentativen Messung pro Jahreszeit (d. h. 4 geeignete Einzelmessungen pro Jahr) basieren. Dies bedeutet, dass die auf Jahresmittelwerten basierenden Orientierungswerte das hydrologische Jahr repräsentativ abbilden und sich infolgedessen am ehesten auf mittlere Abflussverhältnisse (MQ) beziehen lassen. Bei stark urbanisierten hydrologischen Verhältnissen (stark verminderter Basisabfluss und ebenso stark erhöhte kurzzeitige Spitzenabflüsse) kann der Bezug zum MQ allerdings nicht mehr passend sein und müsste daher im Einzelfall mittels geeigneter Modellrechnungen neu bestimmt werden.

6.4 Konsequenzen für die Anwendbarkeit der Orientierungswertvorschläge auf NWB/HMWB/AWB

Innerhalb des Projektes wurden keine Monitoringdaten von künstlichen Gewässern (AWB) ausgewertet. Alle berücksichtigten Messstellen befinden sich somit in Wasserkörpern von Fließgewässern, die entweder als natürlich (NWB) oder aber als erheblich verändert (HMWB) im Sinne der WRRL eingestuft sind. Es wurden jedoch sowohl für die NWB als auch die HMWB die standardisierten biologischen Bewertungsverfahren zur Berechnung der ökologischen Zustandsklassen natürlicher Wasserkörper verwendet. Dennoch haben die auf dieser Basis abgeleiteten Orientierungswertvorschläge grundsätzlich auch für HMWB Gültigkeit, da auch sie einen guten Zustand im Hinblick auf alle chemischen und physikalisch-chemischen Komponenten aufweisen sollten.

Allerdings können in HMWB, bei denen durch hydromorphologische Überprägungen, die mit der spezifizierten Nutzung unvermeidbar einhergehen, auch die allgemeinen physikalisch-chemischen Verhältnisse erheblich verändert sein (z. B. in Folge von Auf- und Rückstau). Für diese Fälle wäre die Verwendbarkeit der im Projekt abgeleiteten Orientierungswertvorschläge für eine Beurteilung der Erreichbarkeit des guten ökologischen Potenzials zu überprüfen, da aufgrund der grundsätzlich veränderten biozönotischen Zusammensetzung (z. B. hohe Anteile limnophiler bis limnobionter Taxa des Profundals und des Litorals) auch mit entsprechend veränderten Gesamteisen-Präferenzen (Anteilsverschiebungen der Gesamteisen-Typen) der Artengemeinschaften und damit auch der Orientierungswerte zu rechnen ist.

Für Fließgewässer-AWB gilt bei Rückstauverhältnissen dasselbe wie für entsprechende HMWB. Ansonsten ist bei AWB wie HMWB der geeignete Orientierungswert des nächst verwandten, bzw. am ehesten vergleichbaren natürlichen LAWA-Gewässertyps anzuwenden.

6.5 Beschreibung der angewendeten statistischen Verfahren

Zur Ableitung von Orientierungswerten für Eisen sollten im Wesentlichen die gleichen Analysen und Tests wie in dem LAWA-Projekt O 3.12 durchgeführt werden. Vorgesehen waren

- Korrelationsanalysen
 - Rang-Korrelationen nach Spearman und Kendall
 - Makrozoobenthos: Fe⁷ vs. Saprobie (Index und Klasse), Allgemeine Degradation (Score und Klasse), Gesamtbewertung (Klasse)
 - Diatomeen: Fe⁵ vs. Saprobie (Index und Klasse), Trophie (Index und Klasse)
 - Fische: Fe vs. Gesamtbewertung
- Klassifizierungsverfahren
 - CART- Analysen
Jeweils Regressions- und Klassifizierungsbäume für die o.g. Indizes und Klassen sowie für die Klassifizierung anhand der Einstufung „mindestens guter Zustand“ und „mäßiger und schlechterer Zustand“
- Parameterfreie Tests
 - Mann-Whitney-U-Tests zur Überprüfung der Signifikanz der Übereinstimmung der beiden Verteilungen („mindestens guter Zustand“ und „mäßiger und schlechterer Zustand“) von Fe - Konzentrationen
 - Kruskal-Wallis-Tests zur Überprüfung der Signifikanz der Übereinstimmung der fünf Verteilungen von Fe - Konzentrationen von nach den Klassen „sehr gut“ bis „schlecht“ eingestuften Messstellen
- Binomiale logistische Regression
 - mit einer unabhängigen Variablen (Fe) ohne Differenzierung der Randbedingungen zur Ermittlung der Zielerreichungswahrscheinlichkeit für den guten ökologischen Zustand
 - mehrdimensional zur Berücksichtigung verschiedener Randbedingungen (Hydromorphologie, andere chemische Belastungen, Hydrogenkarbonatkonzentration, Eisenkonzentration, pH-Wert, u.a.)
- Box-Whisker-Plots
 - klassifiziert (zwei Klassen) nach „mindestens guter Zustand“ und „mäßiger und schlechterer Zustand“
 - klassifiziert (fünf Klassen) nach „sehr gutem“, „gutem“, ... „schlechtem“ Zustand und Berechnung der linearen Regression für die Oberen Whisker

6.5.1 Korrelationsanalysen

Korrelationsanalysen messen die Stärke des Zusammenhangs zwischen zwei metrischen Größen. Es wurden Spearman- und Kendall-Rangkorrelationen zur Untersuchung des Zusammenhangs zwischen Eisen⁵-Messwerten und Bewertungsergebnissen biologischer Qualitätskomponenten durchgeführt.

Die **Spearman-Rangkorrelation** ist ein parameterfreies Verfahren, das keine Annahmen bezüglich der Verteilung der Daten trifft. Es wird lediglich vorausgesetzt, dass die Daten zumindest ordinal skaliert sind.

⁷ Falls möglich werden Ergebnisse differenziert nach Fe²⁺, Fe_{gel} und Fe_{ges} dargestellt.

Das **Kendall-Korrelationsverfahren** trifft ebenfalls keine Annahmen über die Verteilung der Messdaten. Es verhält sich stabiler gegen Bindungen, da es anders als das Spearman-Verfahren nicht die Größe der Rangdifferenzen verwendet, sondern lediglich die relative Lage der Ränge zueinander betrachtet.

6.5.2 Klassifizierungsverfahren

Klassifizierungsverfahren teilen einen Datenbestand so auf, dass innerhalb der einzelnen Gruppen die Streuung möglichst gering ist, während sich die einzelnen Gruppen untereinander möglichst stark unterscheiden sollen.

Der CART-Algorithmus („classification and regression trees“) zerlegt die Daten in eine Baumstruktur, in der das „wichtigste“ Trennungskriterium als erstes und die weiteren nach ihrer Stärke abwärts sortiert auftreten. Allerdings spielt bei der CART-Methode die statistische Signifikanz keine Rolle, daher kann nicht zwischen signifikanten und nicht signifikanten Verbesserungen unterschieden werden.

Hothorn et al. (2006) entwickelten einen Algorithmus, der hier eine entscheidende Verbesserung bringt, da hier die verschiedenen Aufteilungen der Daten einem Permutationstest sowie Signifikanztests unterzogen werden. Der Algorithmus wurde für R implementiert und konnte daher im Projekt verwendet werden.

6.5.3 Parameterfreie Tests

Der **Wilcoxon–Mann–Whitney-Test** (auch als U-Test bekannt) prüft parameterfrei, also ohne Voraussetzung einer bestimmten Verteilung die Null-Hypothese, dass zwei Stichprobe aus der gleichen Grundgesamtheit stammen (Wilcoxon, 1945 und Mann und Whitney, 1947). Damit kann untersucht werden, ob die mittels Box-Whisker-Plots visualisierten Ergebnisse tatsächlich signifikant sind, dass sich also die den Klassengruppen „sehr gut/gut“ und „mäßig bis schlecht“ zugeordneten Messwerte hinsichtlich ihrer Verteilungen signifikant unterscheiden.

Der **Kruskal-Wallis-H-Test** (Kruskal und Wallis, 1952) ist eine Erweiterung des Wilcoxon–Mann–Whitney-Tests, mit der beliebig viele Stichproben verglichen werden können. Er testet die Null-Hypothese, dass die Stichproben aus Verteilungen stammen, die so beschaffen sind, dass die Wahrscheinlichkeit, dass ein zufälliger Wert aus einer Gruppe größer ist als ein Zufallswert einer anderen Gruppe 50 % beträgt. Kurz gefasst entspricht dies einer Situation, in der die Stichproben aus der gleichen Grundgesamtheit stammen. Damit kann untersucht werden, ob die mittels Box-Whisker-Plots visualisierten Ergebnisse tatsächlich signifikant sind, dass sich also die den fünf Bewertungsklassen zugeordneten Messwerte hinsichtlich ihrer Verteilungen signifikant unterscheiden.

6.5.4 Binomiale logistische Regression

Die **logistische Regression** verfolgt den Ansatz, die Wahrscheinlichkeit des Auftretens von Ereignissen (modelliert als diskrete Werte einer abhängigen Variablen) in Abhängigkeit einer oder mehrerer unabhängiger Variablen zu modellieren. Die **logistische binomiale Regression** betrachtet dichotome, abhängige Variablen, deren Wertebereich aus zwei diskreten Werten 0 oder 1 besteht, wobei 1 das angestrebte Ereignis beschreibt.

Der gewählte methodische Ansatz betrachtet die Fragestellung

Wie wird die Wahrscheinlichkeit, dass an einer Messstelle ein „mindestens guter Zustand“ vorgefunden wird, durch die Eisen-Konzentration beeinflusst?

6.5.5 Box-Whisker-Plots

Für die visuelle Darstellung von Datenverteilungen haben sich seit ihrer Entwicklung

durch Tukey (1977) Box-Whisker-Plots bewährt. Diese stellen in ihrer Grundform folgende Kennzahlen einer Verteilung dar:

- Oberes und unteres Quartil als äußere Grenzen der „Box“
- Median als Linie innerhalb der „Box“
- Die Whisker werden aus den Daten wie folgt ermittelt:
 - Der „Untere Whisker“ reicht bis zu dem Datenpunkt, der gerade noch oberhalb der Differenz aus 25-Perzentil und dem 1,5-fachen des Interquartils-Abstands (IQR) liegt
 - Der „Obere Whisker“ reicht bis zu dem Datenpunkt, der gerade noch unterhalb der Summe aus 75-Perzentil und dem 1,5-fachen des Interquartils-Abstands (IQR) liegt

Der Interquartils-Abstand (IQR) beschreibt dabei die Differenz zwischen oberem und unterem Quartil, also dem 75- und dem 25-Perzentil. Nach Tukey (1977) können Werte, die außerhalb des so abgedeckten Bereichs liegen, als Ausreißer betrachtet werden.

Zur Ermittlung von Orientierungswerten für den Parameter Eisen wird der in dem LAWA-Vorhaben O 3.12 entwickelte Ansatz angewendet. Dazu werden die Messwerte anhand der Bewertungsklassen der jeweiligen Qualitätskomponenten gruppiert und als Box-Whisker-Plots dargestellt (Verfahren 1). Außerdem werden die beiden Klassengruppen „sehr gut/gut“ und „mäßig bis schlecht“ gebildet und wiederum Box-Whisker-Plots erstellt (Verfahren 2).

Orientierungswerte werden in Verfahren 1 ermittelt, indem zunächst eine lineare Regression der Oberen Whisker der fünf Klassen berechnet wird und anschließend der Wert „2“ in die Regressionsgleichung eingesetzt wird.

Können keine fünf Klassen gebildet werden, da nicht alle Bewertungsstufen auftreten oder ist die Regression nicht signifikant bzw. das Bestimmtheitsmaß zu gering ($< 0,8$), so wird nach Verfahren 2 der Orientierungswert als oberer Whisker der Klassengruppe „sehr gut / gut“ ermittelt.

6.6 Ergebnisse der statistischen Analysen

6.6.1 Korrelationsanalysen

Im Folgenden werden die Anteile signifikanter Korrelationen der einzelnen Qualitätskomponenten gegen die Eisen-Konzentration dargestellt.

6.6.1.1 Fische

Für Fe^{2+} sind nur für die Typgruppen 18, 2.2.1 und 3.2.1 Daten vorhanden. Trotz der sehr geringen Fallzahlen (< 20) sind keine signifikanten Korrelationen gegeben.

Für Fe_{gel} sind die Ergebnisse in Tabelle 6-1 dargestellt.

Tabelle 6-1: Anteile signifikanter Korrelationen Fische vs. Fe_{gel} -Mittelwerte

	Spearman's Rho	Kendall's Tau
Fibs (Index)	17%	17%
Fibs (Klasse)	8%	8%

Für Fe_{ges} sind die Ergebnisse in Tabelle 6-2 dargestellt.

Tabelle 6-2: Anteile signifikanter Korrelationen Fische vs. Fe_{ges} -Mittelwerte

	Spearman's Rho	Kendall's Tau
Fibs (Index)	36%	29%
Fibs (Klasse)	29%	31%

6.6.1.2 Makrozoobenthos

Auch bei dieser Qualitätskomponente können für Fe^{2+} keine signifikanten Zusammenhänge gefunden werden. Es liegen Daten für die Typgruppen 15, 17, 18, 19 NT, 2.2.1 und 3.2.1 mit Fallzahlen zwischen 8 und 19 vor.

Für Fe_{gel} bestätigen die Daten in Tabelle 6-3 die bereits in dem LAWA-Vorhaben 3.12 gefundenen Ergebnisse. Die Abnahme der Anzahl signifikanter Korrelationen ist zwischen Saprobienindex und Saprobieklasse deutlich größer als zwischen dem Score der Allgemeinen Degradation und der Klasse der Allgemeinen Degradation. Dies unterstützt die im Projekt LAWA O 3.12 formulierte Hypothese, dass die Klassenbildung im Perloides-Modul Saprobie die Saprobien-Indexwerte nicht adäquat widerspiegelt.

Tabelle 6-3: Anteile signifikanter Korrelationen Makrozoobenthos vs. Fe_{gel} -Mittelwerte

	Spearman's Rho	Kendall's Tau
Saprobie (Index)	42%	42%
Saprobie (Klasse)	25%	25%
Allgemeine Degradation (Score)	42%	42%
Allgemeine Degradation (Klasse)	42%	42%

Interessant ist, dass im Falle von Fe_{ges} (Tabelle 6-4)

- die allgemeine Degradation häufiger signifikante Korrelationen zeigt als die Saprobie und
- die Saprobieklasse häufiger signifikante Korrelationen zeigt als der Saprobienindex, während Score und Klasse der allgemeinen Degradation sich hier wiederum indifferent zeigen.

Tabelle 6-4: Anteile signifikanter Korrelationen Makrozoobenthos vs. Fe_{ges} -Mittelwerte

	Spearman's Rho	Kendall's Tau
Saprobie (Index)	38%	40%
Saprobie (Klasse)	44%	44%
Allgemeine Degradation (Score)	50%	56%
Allgemeine Degradation (Klasse)	50%	50%

6.6.1.3 Diatomeen

Auch bei dieser Qualitätskomponente können für Fe^{2+} keine signifikanten Zusammenhänge gefunden werden. Es liegen Daten für die Typgruppen 19 NT, 2.1.3, 2.2.1 und 3.2.1 mit Fallzahlen zwischen 6 und 10 vor.

Bei Fe_{gel} (Tabelle 6-5) ist eine vergleichende Aussage zwischen Saprobie und Trophie schwierig, da zur Saprobie nur jeweils 2 Ergebnisse ohne signifikante Korrelation vorliegen. Auffällig ist, dass der Anteil signifikanter Korrelationen für die Trophieklassen höher ist als für den Trophieindex.

Tabelle 6-5: Anteile signifikanter Korrelationen Diatomeen vs. Fe_{gel} -Mittelwerte

	Spearman's Rho	Kendall's Tau
Trophie (Index)	27%	27%
Trophie (Klasse)	36%	36%

Bei Fe_{ges} liegt zur Saprobie kein Ergebnis vor.

Tabelle 6-6: Anteile signifikanter Korrelationen Diatomeen vs. Fe_{ges} -Mittelwerte

	Spearman's Rho	Kendall's Tau
Trophie (Index)	60%	60%
Trophie (Klasse)	27%	27%

6.6.1.4 Zusammenfassung der Korrelationsanalysen

Für zweiwertiges Eisen ist die Datengrundlage deutlich zu gering.

Für den Faktor Fe_{ges} wurden für Makrozoobenthos (Allgemeine Degradation) und Diatomeen (Trophie) relativ häufig signifikante Korrelationen festgestellt. Auch bzgl. der Bewertung nach FiBS zeigen sich Zusammenhänge.

Gelöstes Eisen zeigt bezogen auf MZB ein ähnliches Verhalten, bei der Komponente Diatomeen ist dies jedoch weniger stark ausgeprägt.

6.6.2 Klassifizierungsverfahren

Die folgenden Abbildungen zeigen einige Baum-Klassifizierungen für die verschiedenen Qualitätskomponenten. Dabei werden – soweit möglich – exemplarisch die Typgruppen 2.1.1 und 2.2.1 betrachtet. In den oberen und mittleren Knoten ist dabei jeweils das Signifikanz-Niveau der Klassifizierung dargestellt. Die untersten Knoten zeigen zusätzlich Details über die Verteilung der Daten in Form von Box-Whisker-Plots.

6.6.2.1 Fische

Für die **Typgruppe 2.1.1** ergibt sich eine signifikante Aufteilung der Zustandsklassen der **FiBS**-Bewertung zunächst bei einer Fe_{ges} -Konzentration von ca. 0,26 mg/l, anschließend bei ca. 0,16 mg/l.

Oberhalb von 0,26 mg/l werden praktisch nur noch die Klassen 4 und 5 vorgefunden, zwischen 0,16 und 0,26 mg/l werden Messstellen mit Zustandsklassen 3 und 4 abgegrenzt, unterhalb von 0,16 mg/l liegen die meisten Messstellen bei Klasse 3 und besser. (Abbildung 6-1).

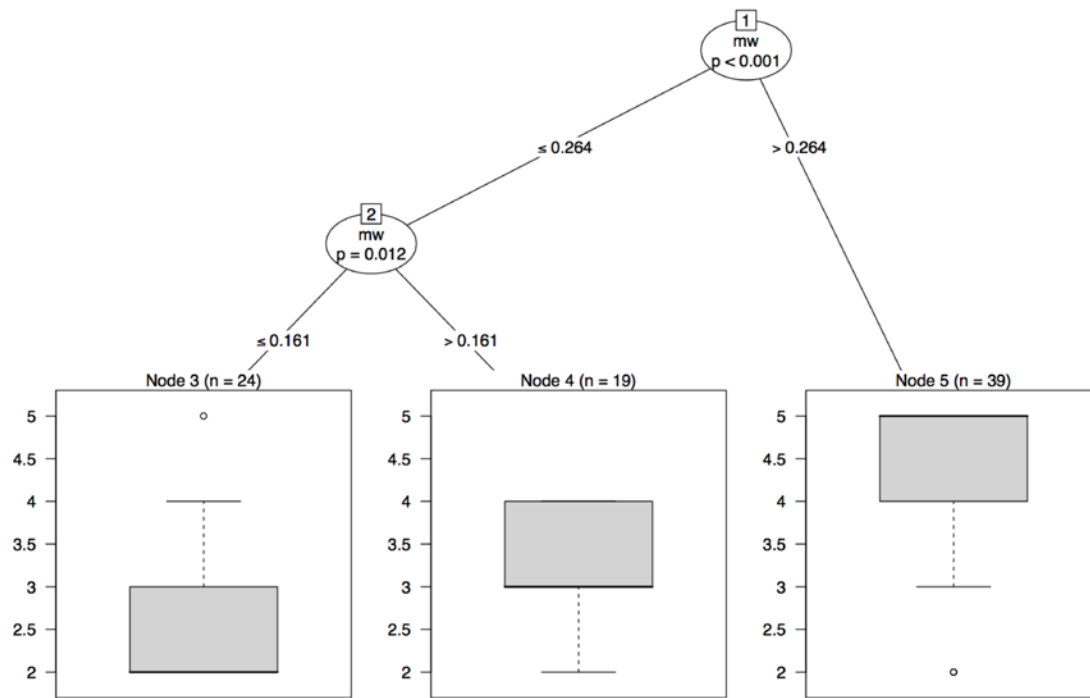


Abbildung 6-1: Klassifizierung der FiBS-Zustandsklasse aufgrund der Fe_{Gesamt} -Konzentration (N=82, Typgruppe 2.1.1)

Für die **Typgruppe 2.2.1** ergibt sich nur eine signifikante Aufteilung bei ca. 0,27 mg/l (Abbildung 6-2). Oberhalb dieses Wertes liegt das untere Quartil bei Zustandsklasse 3 (mäßig), unterhalb liegt der Median bei Zustandsklasse 2 (gut).

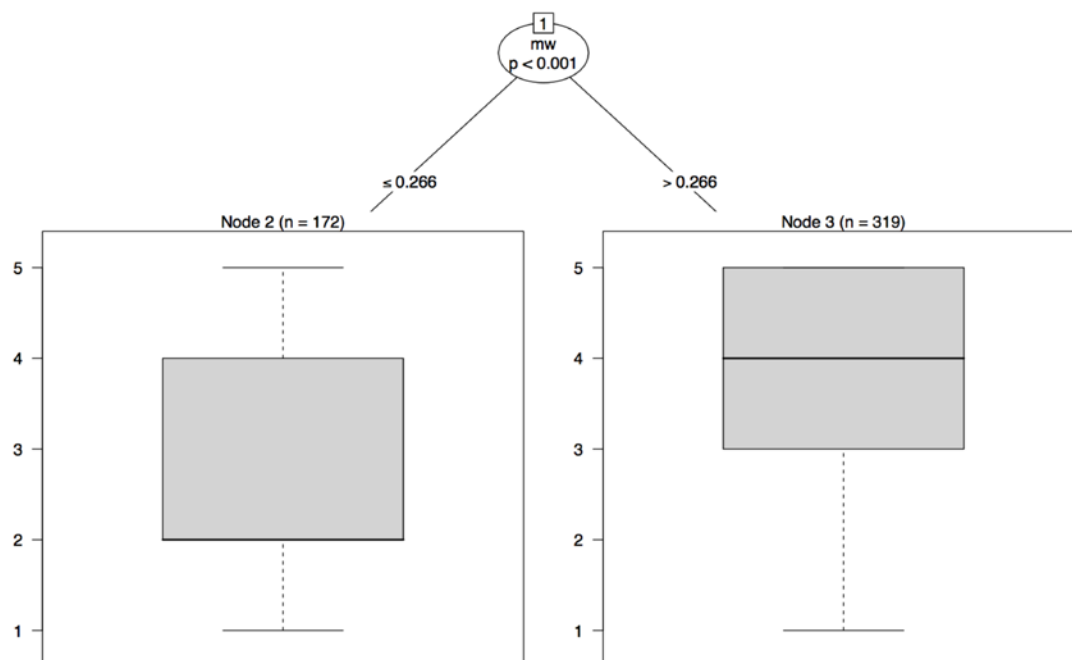


Abbildung 6-2: Klassifizierung der FiBS-Zustandsklasse aufgrund der Fe_{ges} -Konzentration (N=491, Typgruppe 2.2.1)

6.6.2.2 Makrozoobenthos

Die **Gesamtbewertung** des **Makrozoobenthos** reagiert in der gleichen

Größenordnung auf die Eisenkonzentration wie die Bewertung der Fische.

Bei der **Typgruppe 2.1.1** und einer Gesamteisenkonzentration oberhalb ca. 0,24 mg/l liegt das obere Quartil bei der ökologischen Zustandsklasse „mäßig“, der Median bei „gut“, Messstellen mit Konzentrationen unterhalb dieses Wertes sind fast ausschließlich mit „gut“ bewertet. (Abbildung 6-3).

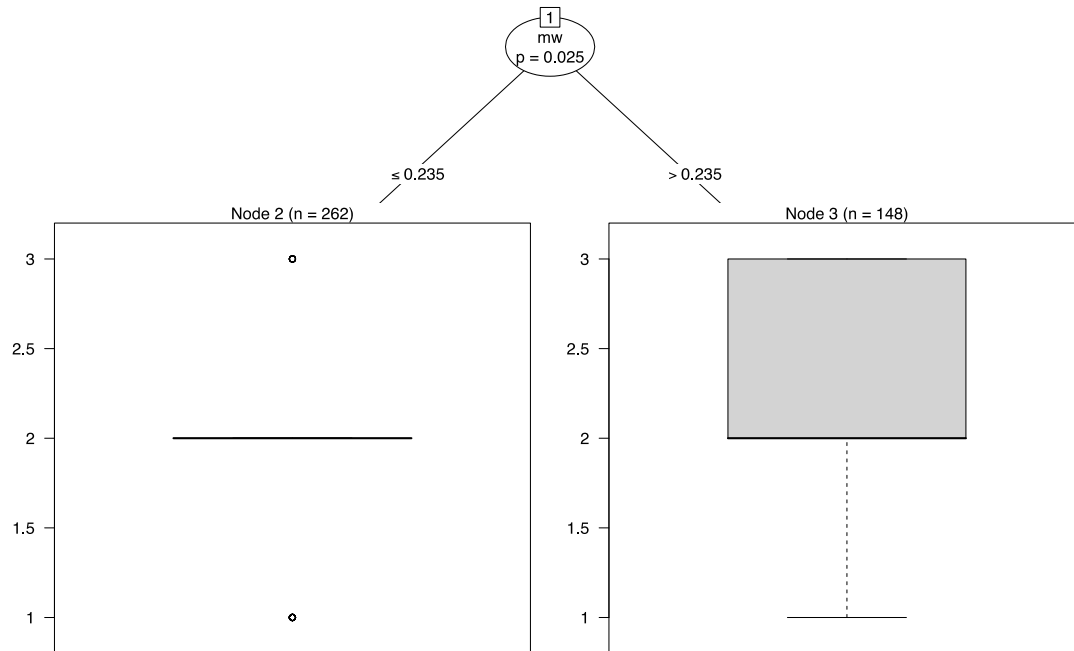


Abbildung 6-3: Klassifizierung der MZB-Gesamtbewertung aufgrund der Fe_{ges} -Konzentration ($N=410$, Typgruppe 2.1.1)

Bei der **Typgruppe 2.2.1** liegt bei Fe_{Gesamt} -Konzentrationen unterhalb ca. 0,13 mg/l das obere Quartil der Bewertungen bei „mäßig“, für das Konzentrations-Intervall von 0,13 bis 0,25 mg/l fallen Median und oberes Quartil bei der Klasse „mäßig“ zusammen. Zwischen 0,25 mg/l und 1,2 mg/l liegt das obere Quartil bei „unbefriedigend“, der Median bei „mäßig“. Oberhalb 1,2 mg/l fallen oberes Quartil und Median bei der Klasse „unbefriedigend“ zusammen (Abbildung 6-4).

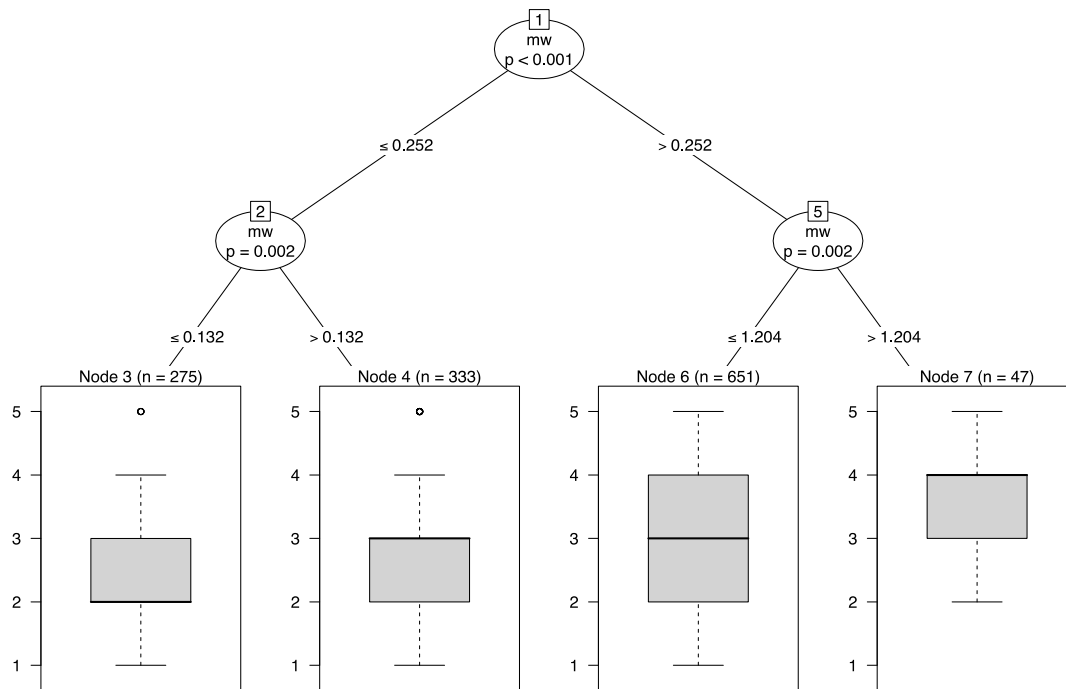


Abbildung 6-4: Klassifizierung der MZB-Gesamtbewertung aufgrund der Fe_{ges} -Konzentration (N=1.306, Typgruppe 2.2.1)

Für die **Typgruppe 2.1.1** ergibt sich für die **MZB-Saprobieklasse** die stärkste Aufspaltung bei einer Konzentration von rund 0,24 mg/l Fe_{ges} . Unterhalb dieses Wertes sind „mäßig“ bewertete Proben nur als Ausreißer zu finden (Abbildung 6-5).

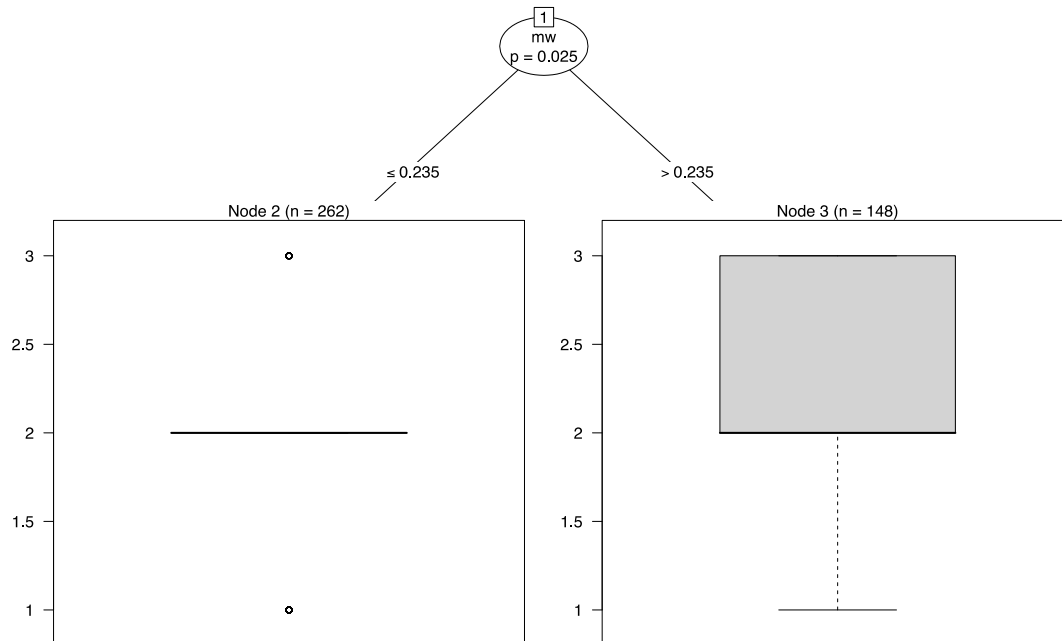


Abbildung 6-5: Klassifizierung der MZB-Saprobieklasse aufgrund der Fe_{ges} -Konzentration (N=410, Typgruppe 2.1.1)

Abbildung 6-6 zeigt das Verhalten der **MZB-Saprobieklasse** bei Messstellen der **Typgruppe 2.2.1**. Hier zeigt sich zwar mit zunehmender Gesamteisen-Konzentration eine ansteigende Tendenz zu schlechteren Bewertungen, eine scharfe Trennung zwischen den Klassen „gut“ und besser bzw. „mäßig“ und schlechter ist allerdings nicht zu erkennen.

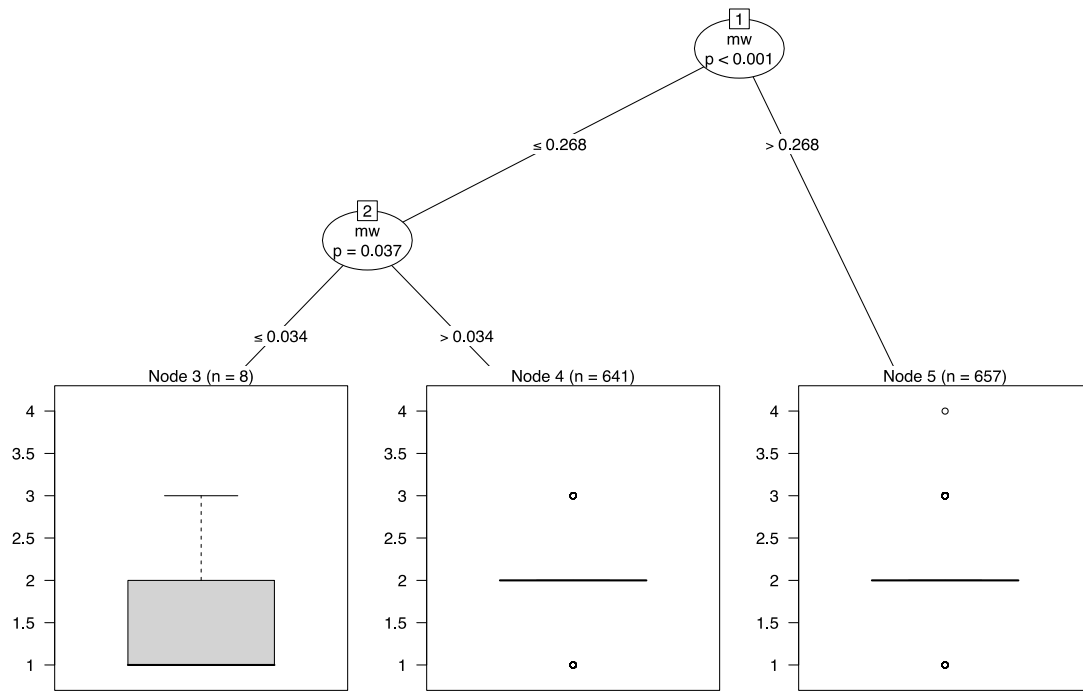


Abbildung 6-6: Klassifizierung der MZB-Saprobienklasse aufgrund der Fe_{ges} -Konzentration ($N=1.306$, Typgruppe 2.2.1)

Beim **Saprobienindex** ergibt sich hinsichtlich der Schwellenwerte ein vergleichbares Ergebnis, auch wenn sich die Zahl der Datensätze in den Gruppen geringfügig verschiebt (Abbildung 6-7 und Abbildung 6-8).

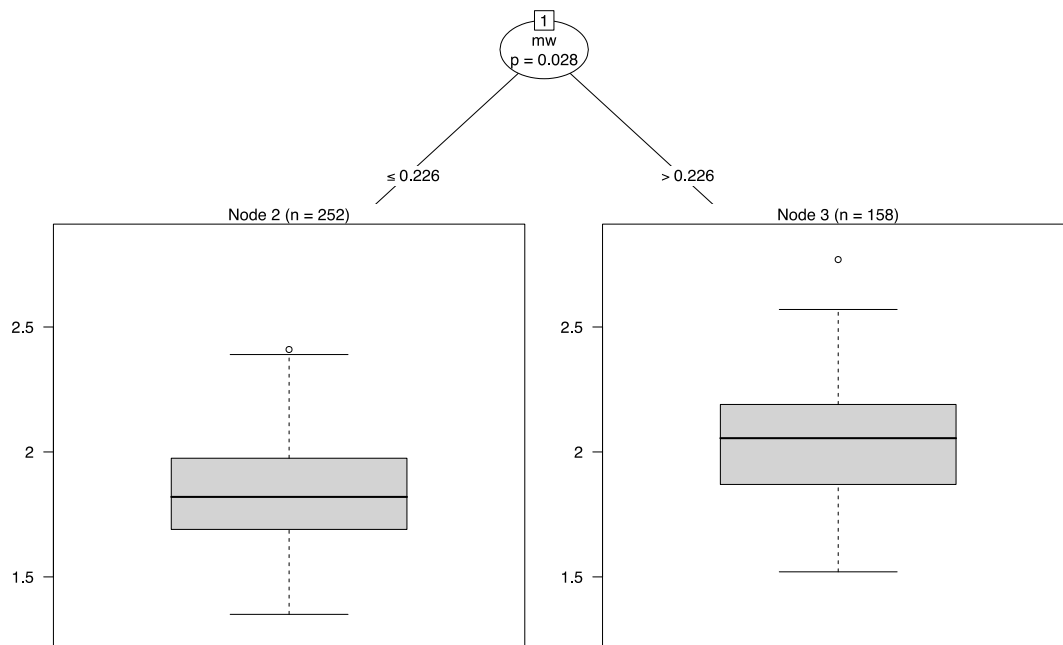


Abbildung 6-7: Klassifizierung des MZB-Saprobienindex aufgrund der Fe_{ges} -Konzentration ($N=410$, Typgruppe 2.1.1)

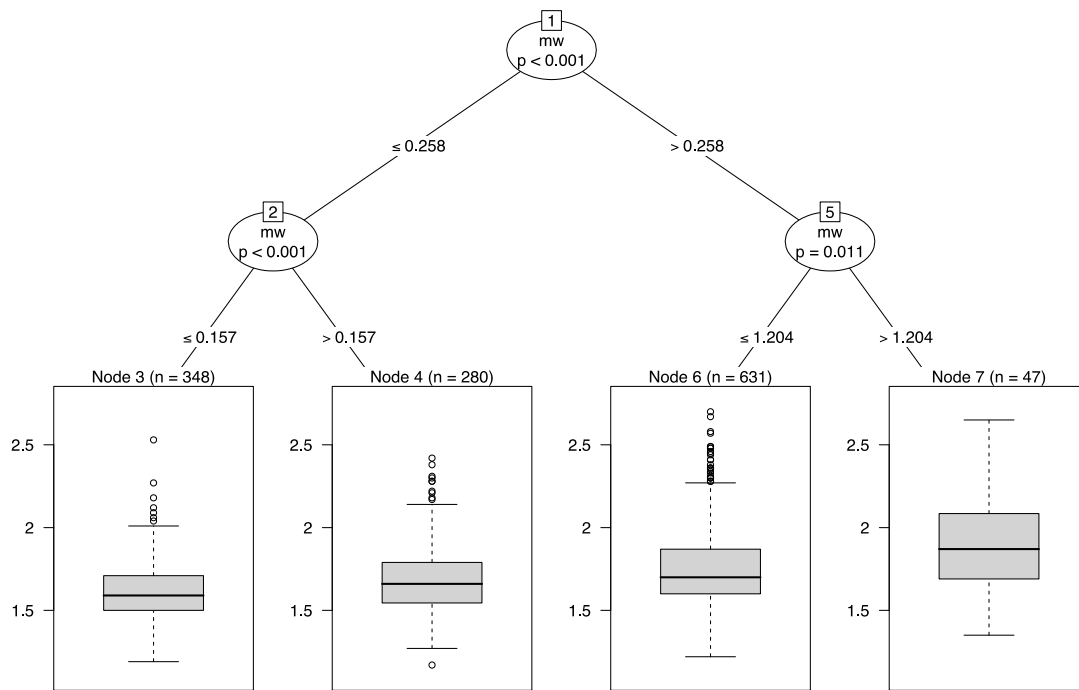


Abbildung 6-8: Klassifizierung des MZB-Saprobienindex aufgrund der Fe_{ges} -Konzentration ($N=1.306$, Typgruppe 2.2.1)

Für die **Bewertungsklasse der Allgemeinen Degradation** ergibt sich für die **Typgruppe 2.1.1** keine signifikante Aufteilung des Datensatzes. Im Falle der **Typgruppe 2.2.1** spaltet der Datensatz in vier Gruppen auf (Abbildung 6-9). Bei Konzentrationen unterhalb von 0,13 mg/l Fe_{ges} liegt das obere Quartil der Bewertungen bei „mäßig“, der Median bei „gut“. Zwischen 0,13 und 0,26 mg/l fällt das Obere Quartil mit dem Median bei „mäßig“ zusammen. Zwischen 0,26 und 1,2 mg/l liegt der Median weiterhin bei „mäßig“, aber das obere Quartil verschiebt sich zu „unbefriedigend“. Oberhalb von 1,2 mg/l schließlich fallen Median und oberes Quartil bei „unbefriedigend“ zusammen.

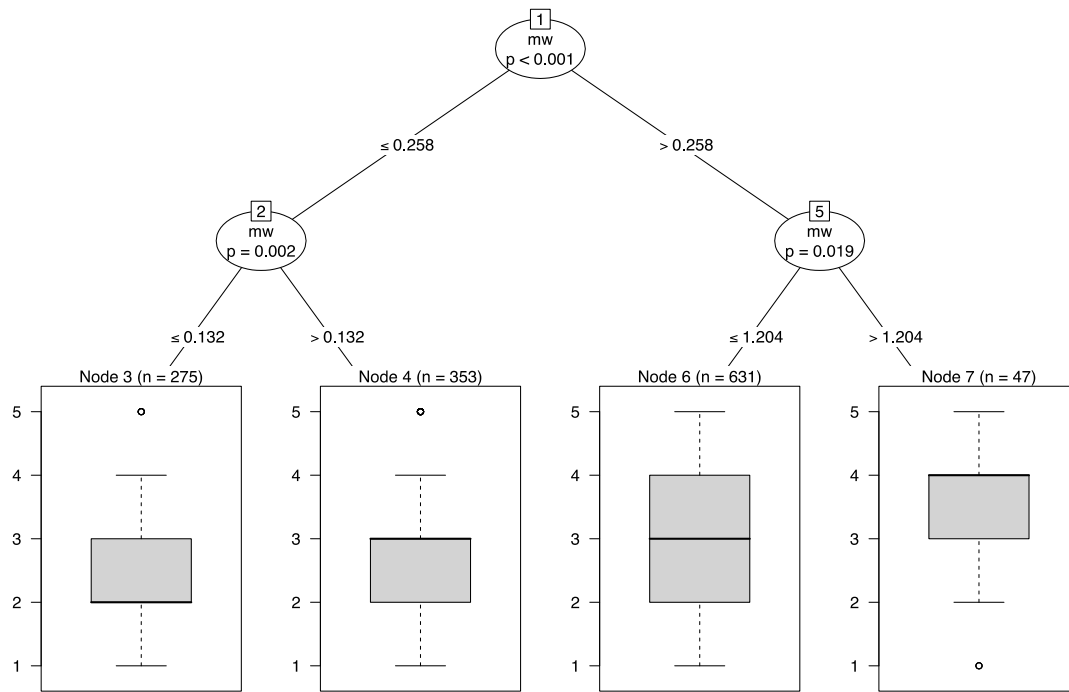


Abbildung 6-9: Klassifizierung der Allgemeinen Degradation aufgrund der F_{ges} -Konzentration ($N=1.306$, Typgruppe 2.2.1)

Auch der **Score der Allgemeinen Degradation** zeigt bei Proben der **Typgruppe 2.1.1** keine signifikante Aufspaltung.

Für die **Typgruppe 2.2.1** zeigt sich für den **Score der Allgemeinen Degradation** die gleiche Tendenz mit den gleichen „Trennwerten“ wie bei den entsprechenden Klassen (Abbildung 6-10). In der Grafik ist zu beachten, dass abnehmende Scores einer abnehmenden Qualität und damit zunehmenden Klassen entsprechen.

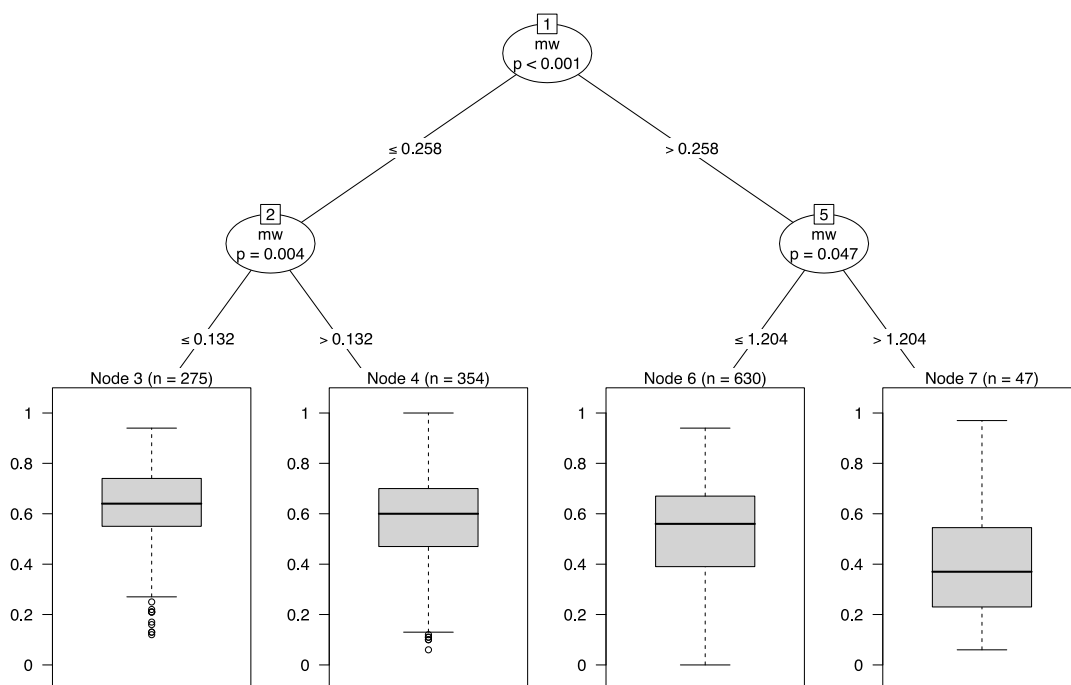


Abbildung 6-10: Klassifizierung des Scores der Allgemeinen Degradation aufgrund der F_{ges} -Konzentration ($N=1.306$, Typgruppe 2.2.1)

6.6.2.3 Diatomeen

Die **Gesamtbewertung** der **Diatomeen** von Proben in der **Typgruppe 2.1.1** wird durch den Parameter Fe_{ges} nicht signifikant aufgeteilt (Abbildung 6-11).

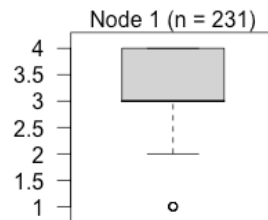


Abbildung 6-11: Klassifizierung der Diatomeen-Gesamtbewertung aufgrund der Fe_{ges} -Konzentration (N=231, Typgruppe 2.1.1)

Auch bei der **Typgruppe 2.2.1** bewirkt die Eisen(gesamt)-Konzentration keine signifikante Aufspaltung.

Gleiches gilt für die beiden Typgruppen bezogen auf die **Diatomeen-Trophieklasse** ebenso wie für die **Diatomeen-Saprobieklasse**. Auf entsprechende Graphen wird daher verzichtet.

Lediglich im Falle der Typgruppe 19 NT bewirkt die Eisen(gesamt)-Konzentration eine signifikante Aufspaltung der **Diatomeen-Trophieklasse** (Abbildung 6-12) bei einem Wert von ca. 2,7 mg/l. Allerdings liegen die besser bewerteten Messstellen **oberhalb** dieses Wertes.

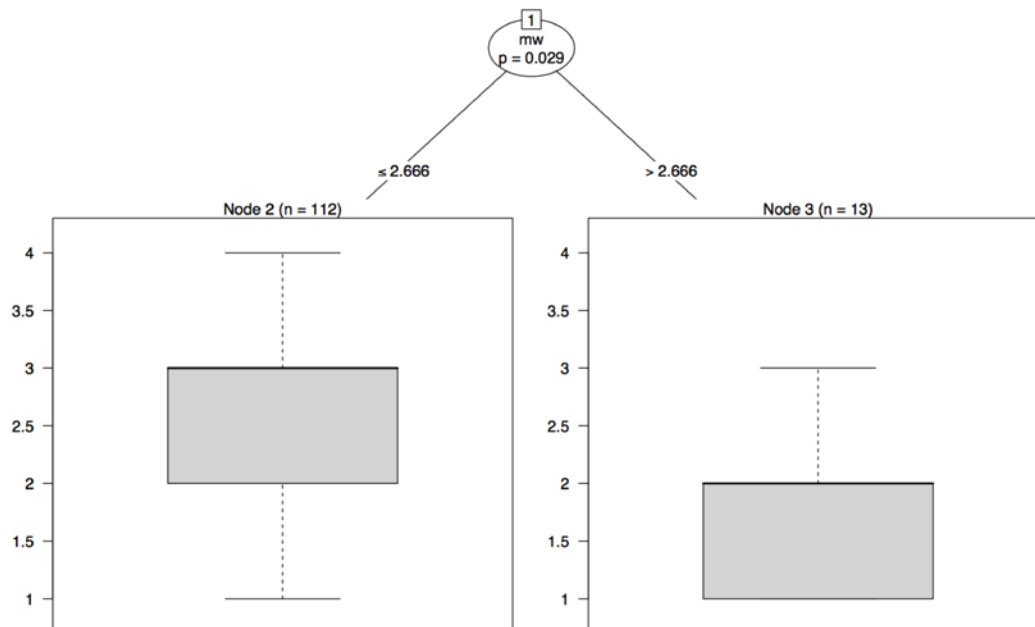


Abbildung 6-12: Klassifizierung der Diatomeen-Trophieklasse aufgrund der Fe_{ges} -Konzentration (N=125, Typgruppe 19 NT)

Bei der Saprobieklasse wird eine signifikante Klassifizierung nur für die Typgruppe 17 festgestellt (Abbildung 6-13). Hier wird die Gesamtheit bei $c = 1,1$ mg/l aufgeteilt. Alle Messstellen, die geringere Werte aufweisen sind mit der Klasse 4 bewertet.

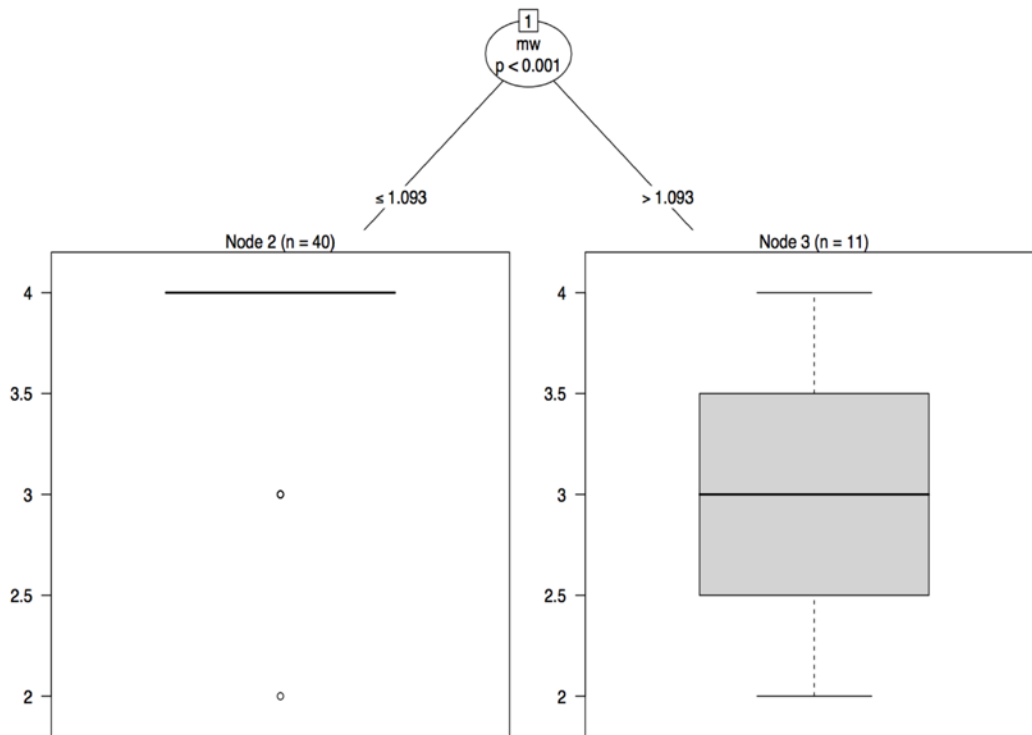


Abbildung 6-13: Klassifizierung der Diatomeen-Saprobieklasse aufgrund der Fe_{ges} -Konzentration ($N=51$, Typgruppe 17)

Der **Diatomeen-Gesamtindex** zeigt für die **Typgruppe 2.1.1** keine signifikante Aufspaltung. Lediglich für die **Typgruppen 19 NT** und **2.1.2** erfolgen signifikante Klassifizierungen durch die Fe_{ges} -Konzentration (Abbildung 6-14 und Abbildung 6-15).

Auffällig ist, dass die jeweiligen die Aufspaltung bewirkenden Konzentrationen sich zum einen deutlich unterscheiden (ca. 1,8 mg/l bzw. 0,1 mg/l), zum anderen sich in einem Fall die tendenziell schlechter bewerteten Messstellen unterhalb (Typgruppe 19 NT), im anderen Fall (Typgruppe 2.1.2) oberhalb des jeweils trennenden Wertes befinden. Dies deutet zumindest darauf hin, dass hier zwei unterschiedliche biologische Phänomene abgebildet werden.

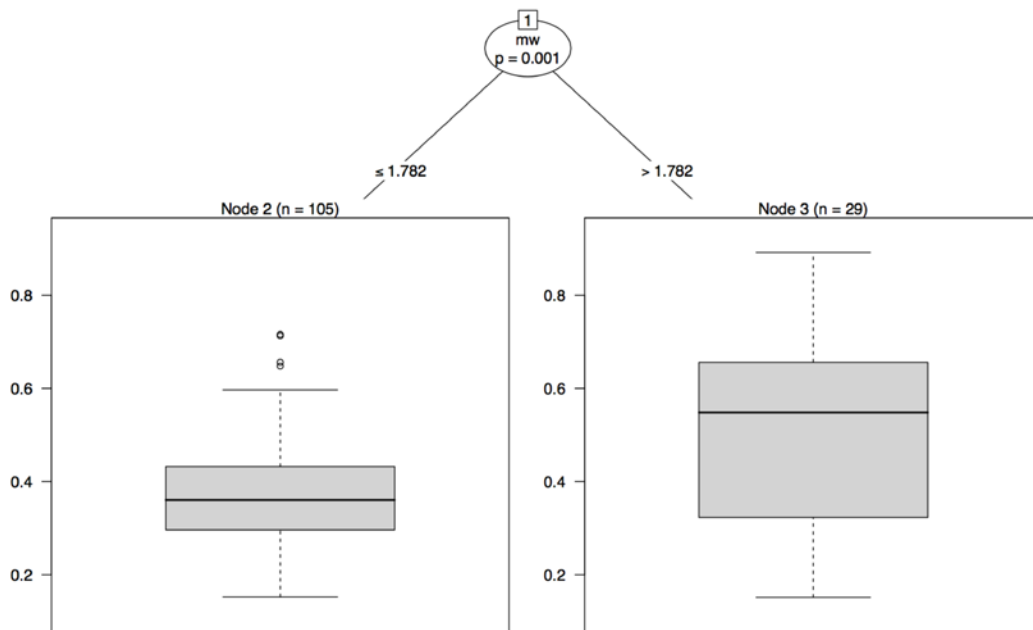


Abbildung 6-14: Klassifizierung des Diatomeen-Gesamtindex aufgrund der Fe_{ges} -Konzentration (N=134, Typgruppe 19 NT)

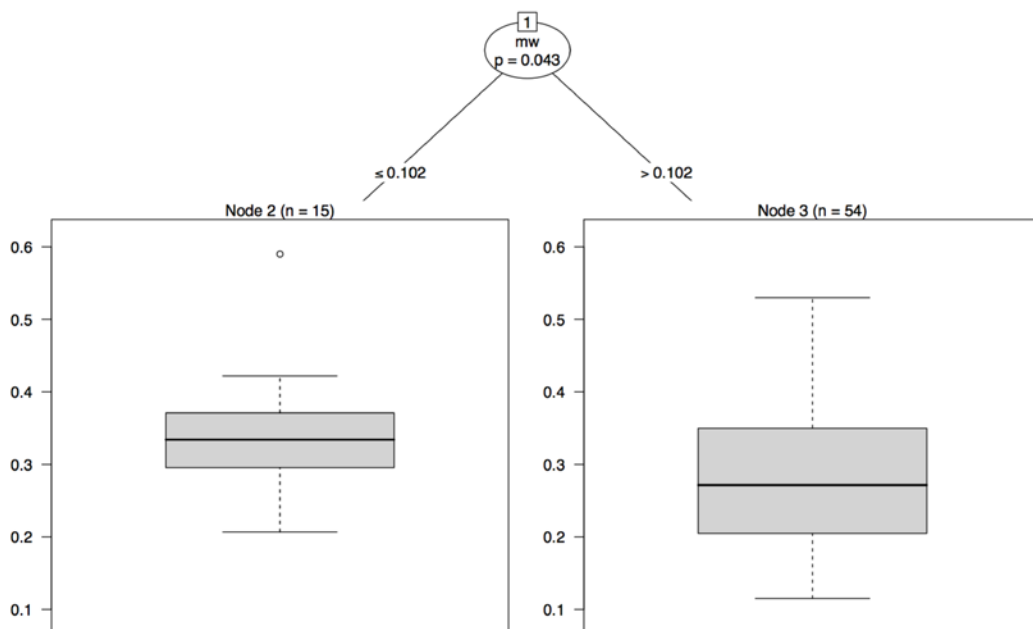


Abbildung 6-15: Klassifizierung des Diatomeen-Gesamtindex aufgrund der Fe_{ges} -Konzentration (N=69, Typgruppe 2.1.2)

Der **Diatomeen-Trophieindex** (umgerechnet) spiegelt die Ergebnisse der Gesamtbewertung wider. Offenbar ist also in den meisten betrachteten Fällen dieser Teilindex die die Bewertung bestimmende Komponente.

Der **Diatomeen-Saprobieindex** (umgerechnet) zeigt nur bei **Typgruppe 17** eine signifikante Aufspaltung (Abbildung 6-16). Hier werden drei Gruppen gebildet, wobei die am besten bewerteten Messstellen bei Konzentrationen oberhalb von ca. 1,1 mg/l vorgefunden werden. Allerdings weist die Aufspaltung bei $c = 0,66$ mg/l eine um den Faktor 10 höhere Signifikanz auf.

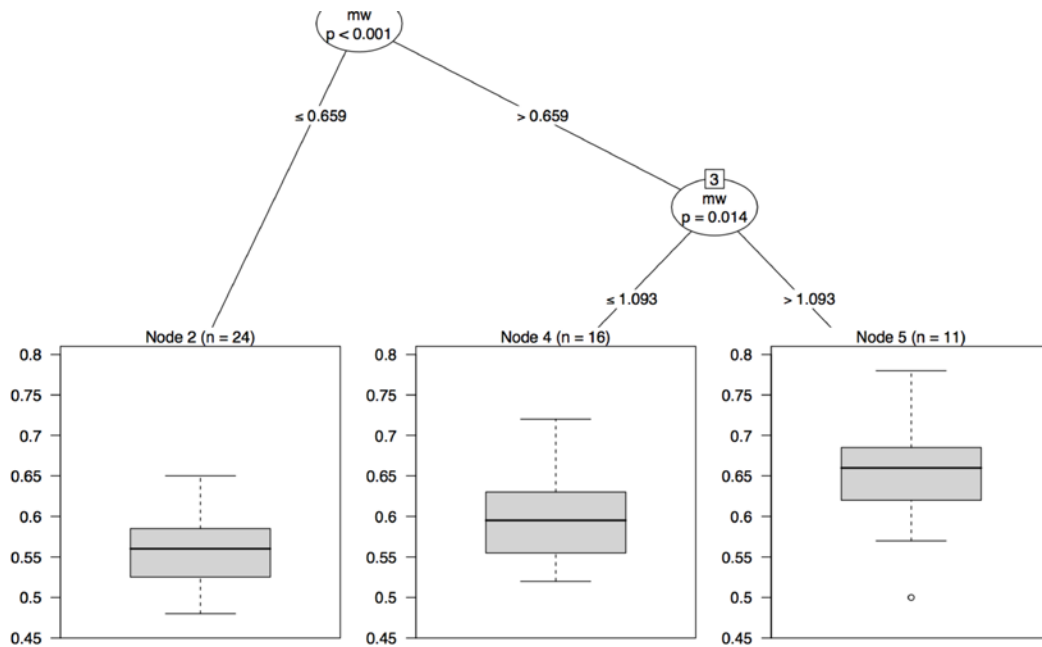


Abbildung 6-16: Klassifizierung des Diatomeen-Saprobienindex aufgrund der Fe_{ges} -Konzentration (N=61, Typgruppe 17)

6.6.2.4 Zusammenfassung der Klassifizierungsverfahren

Lediglich der Parameter Fe_{ges} zeigt signifikante Klassifizierungen.

Bezogen auf die Komponente Fische zeigen die betrachteten Typgruppen 2.1.1 und 2.2.1 signifikante Aufteilungen der Zustandsklassen bei Fe_{ges} -Konzentrationen von ca. 0,26 mg/l.

Für die Teilkomponenten des MZB ergeben sich signifikante Aufspaltungen bei diesen Typgruppen in etwa bei Werten der gleichen Größenordnung.

Die Komponente Diatomeen zeigt dagegen ein gänzlich anderes Verhalten. Hier ergeben sich signifikante Klassifizierungen i.d.R. bei deutlich höheren Werten (z.B. 2,67 mg/l bei Typgruppe 19 NT).

Außerdem ist hier typabhängig ein unterschiedliches Klassifizierungsverhalten zu beobachten: Im Fall der Typgruppe 2.1.2 gruppieren sich die Proben mit schlechterer Bewertung durch Überschreitung eines relativ geringen Schwellenwertes (0,1 mg/l), für die Typgruppe 19 NT ist das Verhalten umgekehrt, und die signifikante Aufspaltung tritt erst bei einer deutlich höheren Konzentration auf (ca. 1,8 mg/l).

6.6.3 Parameterfreie Tests

6.6.3.1 Fische

Für die **FiBS-Gesamtbewertung** zeigen die Wilcoxon- und Kruskal-Wallis-Tests folgende Ergebnisse (Tabelle 6-7). Nur sehr wenige Tests zeigen signifikante Ergebnisse.

Tabelle 6-7: Parameterfreie Tests der FiBS-Gesamtbewertung

Parameter	Test	Anzahl Tests	Signifikante Testergebnisse
Fe ²⁺	Wilcoxon	1	0
Fe ²⁺	Kruskal-Wallis	1	0
Fe _{gel}	Wilcoxon	8	0
Fe _{gel}	Kruskal-Wallis	8	0
Fe _{ges}	Wilcoxon	12	3
Fe _{ges}	Kruskal-Wallis	12	3

6.6.3.2 Makrozoobenthos

Die Ergebnisse für das **Makrozoobenthos** sind in Tabelle 6-8 dargestellt. Für alle Module ergibt sich praktisch das gleiche Ergebnis. Die Zahl der Tests (je 16) wie auch die Anteile signifikanter Testergebnisse (38%) sind für den Parameter Gesamt-Eisen am höchsten. Die Zahl der Tests ist für Fe²⁺ am geringsten. Der Anteil signifikanter Testergebnisse ist für Fe²⁺ und Fe_{gel} etwa gleich groß (ca. 15%).

Tabelle 6-8: Anteile signifikanter Testergebnisse für das Makrozoobenthos

Komponente	Parameter	Test	Anzahl Tests	Signifikante Testergebnisse
Gesamtbewertung	Fe ²⁺	Wilcoxon	6	1
Gesamtbewertung	Fe ²⁺	Kruskal-Wallis	6	1
Gesamtbewertung	Fe _{gel}	Wilcoxon	13	2
Gesamtbewertung	Fe _{gel}	Kruskal-Wallis	13	2
Gesamtbewertung	Fe _{ges}	Wilcoxon	16	6
Gesamtbewertung	Fe _{ges}	Kruskal-Wallis	16	6
Allgemeine Degradation	Fe ²⁺	Wilcoxon	6	1
Allgemeine Degradation	Fe ²⁺	Kruskal-Wallis	6	1
Allgemeine Degradation	Fe _{gel}	Wilcoxon	13	3
Allgemeine Degradation	Fe _{gel}	Kruskal-Wallis	13	3
Allgemeine Degradation	Fe _{ges}	Wilcoxon	16	6
Allgemeine Degradation	Fe _{ges}	Kruskal-Wallis	16	6
Saprobie	Fe ²⁺	Wilcoxon	5	0
Saprobie	Fe ²⁺	Kruskal-Wallis	5	0
Saprobie	Fe _{gel}	Wilcoxon	12	2
Saprobie	Fe _{gel}	Kruskal-Wallis	12	2
Saprobie	Fe _{ges}	Wilcoxon	16	6
Saprobie	Fe _{ges}	Kruskal-Wallis	16	6

6.6.3.3 Diatomeen

Die Ergebnisse für die **Diatomeen** sind in

Tabelle 6-9 dargestellt. Für die **Gesamtbewertung** und die **Trophieklasse** sind die Ergebnisse vergleichbar. Für Fe^{2+} liefert kein Test ein signifikantes Ergebnis, bei $\text{Fe}_{\text{gelöst}}$ liegt der Anteil jeweils bei rund 40% der Ergebnisse, bei Fe_{Ges} bei etwas über 20%. Für die **Saprobieklasse** sind keine Tests durchführbar.

Tabelle 6-9: Anteile signifikanter Testergebnisse für die Diatomeen

Komponente	Parameter	Test	Anzahl Tests	Signifikante Testergebnisse
Gesamtbewertung	Fe ²⁺	Wilcoxon	5	0
Gesamtbewertung	Fe ²⁺	Kruskal-Wallis	5	0
Gesamtbewertung	Fe _{gel}	Wilcoxon	10	4
Gesamtbewertung	Fe _{gel}	Kruskal-Wallis	10	4
Gesamtbewertung	Fe _{ges}	Wilcoxon	16	4
Gesamtbewertung	Fe _{ges}	Kruskal-Wallis	16	4
Trophieklasse	Fe ²⁺	Wilcoxon	3	0
Trophieklasse	Fe ²⁺	Kruskal-Wallis	3	0
Trophieklasse	Fe _{gel}	Wilcoxon	8	3
Trophieklasse	Fe _{gel}	Kruskal-Wallis	8	3
Trophieklasse	Fe _{ges}	Wilcoxon	14	3
Trophieklasse	Fe _{ges}	Kruskal-Wallis	14	3

6.6.3.4 Zusammenfassung der parameterfreien Tests

Für Fische zeigen sich nur im Falle von Fe_{ges} signifikante Aufspaltungen der Konzentrationen anhand der Bewertungsklassen. Allerdings waren hier nur wenige Tests möglich. Auch bei MZB sind für Fe_{ges} häufiger signifikante Aufspaltungen zu erkennen als für Fe_{gel}.

Im Falle der Diatomeen zeigt sich hingegen ein umgekehrtes Verhalten. Hier sind signifikante Testergebnisse relativ häufiger für den Parameter Fe_{gel} zu verzeichnen. Dies deutet ebenfalls auf einen anderen Wirkmechanismus hin als bei den faunistischen Komponenten.

6.6.4 Binomiale logistische Regression

6.6.4.1 Fische

Logistische Regressionen der Eisenkonzentrationen gegen die **Gesamtbewertung nach FiBS** zeigen für gelöstes Eisen lediglich für die Typgruppe 17 einen signifikanten Zusammenhang mit einem hinreichend großen Pseudo-Bestimmtheitsmaß, für Gesamt-Eisen gilt dies für die Typgruppen 15, 18 und 2.1.1 (Tabelle 6-10).

Tabelle 6-10: Ergebnisse der binomialen logistischen Regressionen für FiBS-Gesamtbewertung und Eisen

Parameter	Typgruppe	N	Pseudo-R ²	p	P=50%
Fe _{gel}	15	44	0,0	0,7494	1,21x10 ⁻⁶
Fe _{gel}	17	21	0,3	0,02121	0,05004
Fe _{gel}	2.2.1	393	0,0	0,257	0,0002703
Fe _{gel}	2.2.2	58	0,0	0,5449	5,212
Fe _{gel}	3.1.3	32	0,0	0,3252	0,01377
Fe _{gel}	3.2.1	190	0,1	0,06788	0,003439
Fe _{ges}	15	101	0,2	0,004572	0,07214
Fe _{ges}	17	54	0,0	0,4831	7,673
Fe _{ges}	18	52	0,2	0,1726	0,05143
Fe _{ges}	19 NT	159	0,0	0,2469	0,003607
Fe _{ges}	2.1.1	82	0,4	3,61x10 ⁻⁷	0,1252
Fe _{ges}	2.1.2	36	0,1	0,1483	0,6437
Fe _{ges}	2.1.3	42	0,1	0,07379	0,6651
Fe _{ges}	2.2.1	491	0,1	5,12x10 ⁻¹⁰	0,1464
Fe _{ges}	2.2.2	102	0,0	0,9043	3,74x10 ⁻¹⁹
Fe _{ges}	3.1.3	93	0,1	0,07175	4,905
Fe _{ges}	3.2.1	207	0,0	0,1247	0,00679

Exemplarisch ist der Graph mit dem höchsten Pseudo-Bestimmtheitsmaß dargestellt (Abbildung 6-17). Nach dem logistischen Regressionsmodell würde bei einem Wert von ca. 0,13 mg/l eine 50-prozentige Wahrscheinlichkeit für das Erreichen den guten oder sehr guten Zustands einstellen.

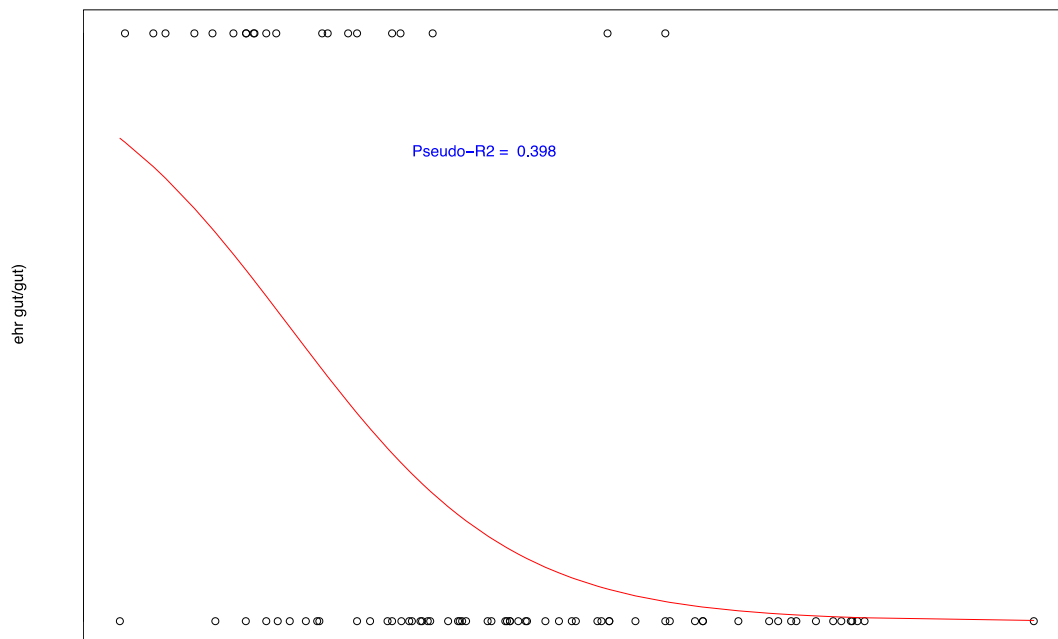


Abbildung 6-17: Binomiale logistische Regression für FiBS-Gesamtbewertung und Fe_{ges} , Typgruppe 2.2.1, $N=82$

6.6.4.2 Makrozoobenthos

Bei der **Gesamtbewertung des Makrozoobenthos** ergeben sich nur für Fe_{gel} zwei signifikante Beziehungen mit einem relativ hohen Bestimmtheitsmaß bei den Typgruppen 2.1.1 und 2.1.3 (Tabelle 6-11, grün hinterlegt). Exemplarisch ist der Graph für die Typgruppe 2.1.1 dargestellt. Bemerkenswert sind hier einige Beziehungen, die mit hoher Signifikanz nur ein vernachlässigbares Bestimmtheitsmaß aufweisen (Tabelle 6-11, ocker hinterlegt).

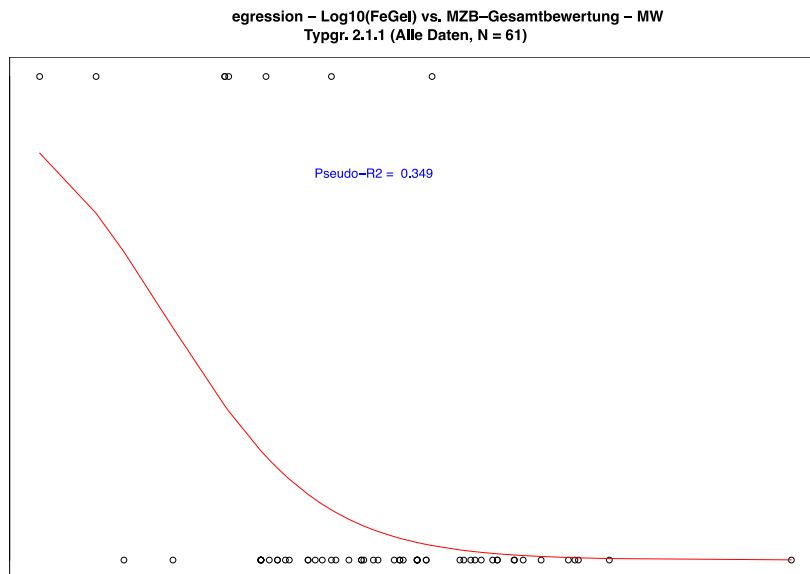


Abbildung 6-18: Binomiale logistische Regression für MZB-Gesamtbewertung und Fe_{gel} (logarithmiert), Typgruppe 2.1.1, N=61

Tabelle 6-11: Ergebnisse der binomialen logistischen Regressionen für MZB-Gesamtbewertung und Eisen

Parameter	Typgruppe	N	Pseudo-R ²	p	P=50% (mg/l)
Fe _{gel}	15	100	0,009219	0,4229	0,00153
Fe _{gel}	17	104	0,06671	0,03542	0,004868
Fe _{gel}	18	40	2,30x10 ⁻⁷	0,998	4,95x10 ⁻²⁸²
Fe _{gel}	19 NT	156	0,007677	0,3533	27,2
Fe _{gel}	2.1.1	61	0,3487	0,0003596	0,02206
Fe _{gel}	2.1.3	56	0,2153	0,007336	0,08015
Fe _{gel}	2.2.1	785	0,007013	0,04258	0,2184
Fe _{gel}	2.2.2	173	0,009763	0,2642	0,006575
Fe _{gel}	3.1.3	37	0,02379	0,4405	0,002093
Fe _{gel}	3.2.1	274	0,002869	0,4732	3679
Fe _{ges}	11 NTK	25	0,2297	0,04132	1,189
Fe _{ges}	11 NTS	29	0,3539	0,003764	0,756
Fe _{ges}	12 NTK	105	0,004962	0,6064	5,46x10 ⁴
Fe _{ges}	12 NTS	59	0,02222	0,3483	0,04789
Fe _{ges}	15	256	0,0009762	0,6763	2,53x10 ⁵
Fe _{ges}	17	192	2,60x10 ⁻⁵	0,9525	9,19x10 ⁻²⁷
Fe _{ges}	18	140	3,48x10 ⁻⁵	0,955	3,07x10 ³⁶
Fe _{ges}	19 NT	712	0,02498	0,0004371	11,03
Fe _{ges}	2.1.1	410	0,01625	0,04521	0,002124
Fe _{ges}	2.1.2	111	0,1058	0,002684	0,109
Fe _{ges}	2.1.3	157	0,02328	0,09998	0,09003
Fe _{ges}	2.2.1	1306	0,04746	6,39x10 ⁻¹²	0,1785
Fe _{ges}	2.2.2	317	0,1054	4,41x10 ⁻⁷	0,1367
Fe _{ges}	3.1.3	155	0,0002739	0,8813	2,44x10 ¹⁸
Fe _{ges}	3.2.1	553	0,01444	0,02323	75,48

Für die **Allgemeine Degradation** ergibt sich ein ähnliches Bild (Tabelle 6-12, grün hinterlegt), was nicht verwundert, da in vielen Fällen aufgrund des bei Perloides angewendeten worst-case-Prinzips dieses Modul die Gesamtbewertung bestimmt. Auch hier treten wieder Fälle auf, in denen mit hoher Signifikanz "kein Zusammenhang" begründbar ist (Tabelle 6-12, ocker hinterlegt).

Tabelle 6-12: Ergebnisse der binomialen logistischen Regressionen für Allgemeine Degradation und Eisen

Parameter	Typgruppe	N	Pseudo-R ²	p	P=50% (mg/l)
Fe ²⁺	15	20	0,3672	0,01698	0,1838
Fe _{gel}	15	102	0,01838	0,2515	0,005422
Fe _{gel}	17	104	0,06671	0,03542	0,004868
Fe _{gel}	18	48	0,0006719	0,8841	4,03x10 ⁻⁸
Fe _{gel}	19 NT	181	0,005248	0,4103	441,5
Fe _{gel}	2.1.1	63	0,3554	0,0002758	0,0221
Fe _{gel}	2.1.3	56	0,2153	0,007336	0,08015
Fe _{gel}	2.2.1	789	0,01949	0,0006717	0,1065
Fe _{gel}	2.2.2	173	0,009763	0,2642	0,006575
Fe _{gel}	3.1.3	41	0,01469	0,5302	0,0004089
Fe _{gel}	3.2.1	292	9,61x10 ⁻⁵	0,8936	4,79x10 ⁻³²
Fe _{ges}	11 NTK	25	0,2297	0,04132	1,189
Fe _{ges}	11 NTS	38	0,2923	0,003186	1,213
Fe _{ges}	12 NTK	91	0,003283	0,6874	2,05x10 ⁻⁵
Fe _{ges}	12 NTS	63	0,008738	0,5481	0,006239
Fe _{ges}	15	262	7,30x10 ⁻⁵	0,9082	3,96x10 ²⁰
Fe _{ges}	17	193	2,50x10 ⁻⁷	0,9953	3,56x10 ²⁵⁷
Fe _{ges}	18	150	0,001162	0,7373	6,20x10 ⁻⁸
Fe _{ges}	19 NT	812	0,01811	0,0015	26,21
Fe _{ges}	2.1.1	413	0,01699	0,04011	0,002315
Fe _{ges}	2.1.2	111	0,1058	0,002684	0,109
Fe _{ges}	2.1.3	159	0,02449	0,08904	0,09836
Fe _{ges}	2.2.1	1313	0,04206	9,14x10 ⁻¹¹	0,1835
Fe _{ges}	2.2.2	318	0,104	5,06x10 ⁻⁷	0,1351
Fe _{ges}	3.1.3	159	0,005988	0,4871	2838
Fe _{ges}	3.2.1	598	0,005963	0,1342	5074

Die Regression der Saprobieklasse gegen die Eisenkonzentration zeigt nur je eine signifikante Beziehung für gelöstes Eisen bzw. Fe_{ges} (Tabelle 6-13, grün hinterlegt). Hier treten die oben beschriebenen Fälle (hohe Signifikanz bei kleinem Pseudo-R²) nicht auf. Es handelt sich also um ein Phänomen, dessen Ursache über die Metrics der Allgemeinen Degradation zu ergründen wäre.

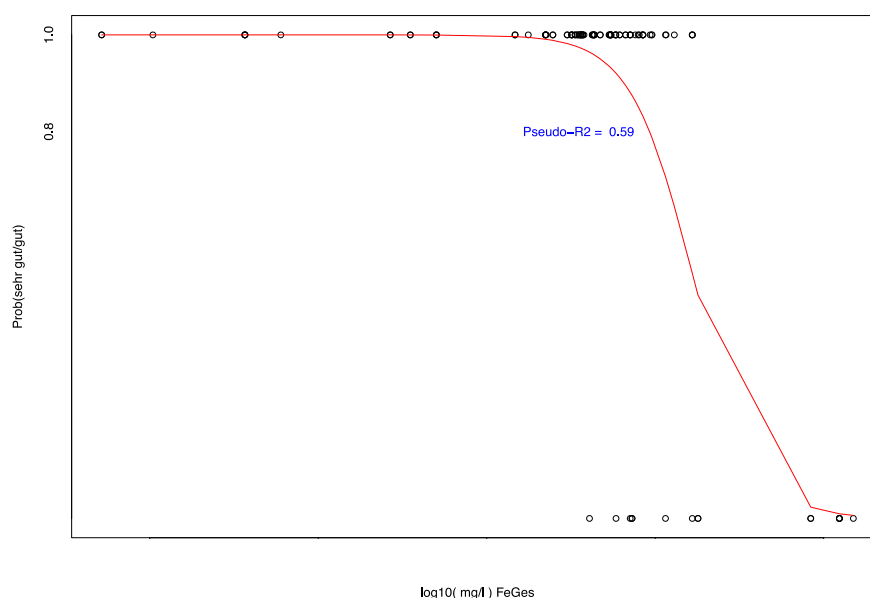
Abbildung 6-19: Binomiale logistische Regression für MZB-Saprobie und Fe_{ges} (logarithmiert), Typgruppe 12 NTK, N=106

Tabelle 6-13: Ergebnisse der binomialen logistischen Regressionen für MZB-Saprobie und Eisen

Parameter	Typgruppe	N	Pseudo-R ²	p	P=50% (mg/l)
Fe _{gel}	15	103	0,001702	0,7501	3,58x10 ⁶
Fe _{gel}	17	106	0,002144	0,8438	2,41x10 ⁻¹²
Fe _{gel}	18	46	0,005424	0,6666	0,1975
Fe _{gel}	19 NT	158	0,007596	0,3622	148,6
Fe _{gel}	2.1.1	70	0,0854	0,0346	0,07557
Fe _{gel}	2.1.3	81	0,2675	0,03184	0,08578
Fe _{gel}	2.2.1	922	8,45x10 ⁻⁶	0,9493	7,72x10 ⁻⁹⁹
Fe _{gel}	2.2.2	183	0,1739	0,0001179	0,2362
Fe _{gel}	3.1.3	54	0,06202	0,211	0,002746
Fe _{gel}	3.2.1	283	0,004769	0,3181	2,283
Fe _{ges}	11 NTK	25	0,3047	0,01218	0,4656
Fe _{ges}	11 NTS	29	0,2418	0,01661	0,2442
Fe _{ges}	12 NTK	106	0,5898	3,98x10 ⁻¹¹	1,296
Fe _{ges}	12 NTS	59	0,06897	0,1225	0,08167
Fe _{ges}	15	269	0,001047	0,6919	6,90x10 ⁸
Fe _{ges}	17	197	0,01737	0,3656	0,0006951
Fe _{ges}	18	151	0,03575	0,04362	0,2089
Fe _{ges}	19 NT	724	3,18x10 ⁻⁵	0,9001	2,08x10 ³⁵
Fe _{ges}	2.1.1	462	0,06943	1,67x10 ⁻⁵	3,183
Fe _{ges}	2.1.2	120	0,07653	0,08084	2,113
Fe _{ges}	2.1.3	182	0,0135	0,3302	0,00144
Fe _{ges}	2.2.1	1471	0,07723	4,51x10 ⁻¹⁴	6,27
Fe _{ges}	2.2.2	342	0,07699	0,001946	11,87
Fe _{ges}	3.1.3	223	1,58x10 ⁻⁷	0,9964	Infinity
Fe _{ges}	3.2.1	568	0,000305	0,7203	4,92x10 ⁴

6.6.4.3 Diatomeen

Die **Diatomeen-Gesamtbewertung** zeigt bei zwei von zehn Analysen ein signifikantes Regressionsverhalten (Tabelle 6-14, grün hinterlegt). Allerdings ist bei der Typgruppe 3.2.1 eine Zunahme der Wahrscheinlichkeit für das Erreichen des guten oder sehr guten Zustands mit steigender Fe_{ges}-Konzentration (Abbildung 6-20) zu verzeichnen, während im Fall der Typgruppe 2.2.2 bei Fe_{ges} der umgekehrte Zusammenhang mit hoher Signifikanz und hohem Pseudo-Bestimmtheitsmaß auftritt (Abbildung 6-21).

Tabelle 6-14: Ergebnisse der binomialen logistischen Regressionen für Diatomeen-Gesamtbewertung und Eisen

Parameter	Typgruppe	N	Pseudo-R ²	p	P=50% (mg/l)
Fe _{gel}	2.2.1	412	0,1184	6,21x10 ⁻¹⁰	0,0521
Fe _{gel}	3.2.1	130	0,3855	6,36x10 ⁻¹⁰	0,3096
Fe _{ges}	17	76	0,0005482	0,8659	1,73x10 ⁷
Fe _{ges}	19 NT	134	0,02023	0,1571	5,83
Fe _{ges}	2.1.1	231	0,02804	0,05312	0,004609
Fe _{ges}	2.1.2	69	0,0248	0,4037	0,002334
Fe _{ges}	2.1.3	72	0,01139	0,5923	0,001191
Fe _{ges}	2.2.1	523	0,00132	0,4718	0,5589
Fe _{ges}	2.2.2	66	0,2804	9,56x10 ⁻⁵	0,1853
Fe _{ges}	3.1.3	56	0,003532	0,7002	1,016
Fe _{ges}	3.2.1	192	0,09244	0,0003782	4,081

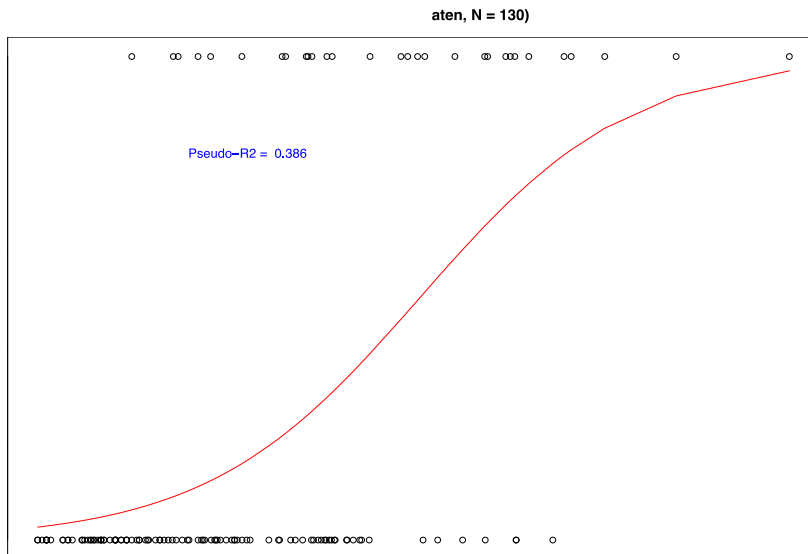


Abbildung 6-20: Binomiale logistische Regression für Diatomeen-Gesamtbewertung und Fe_{ges} (logarithmiert), Typgruppe 3.2.1, N=130

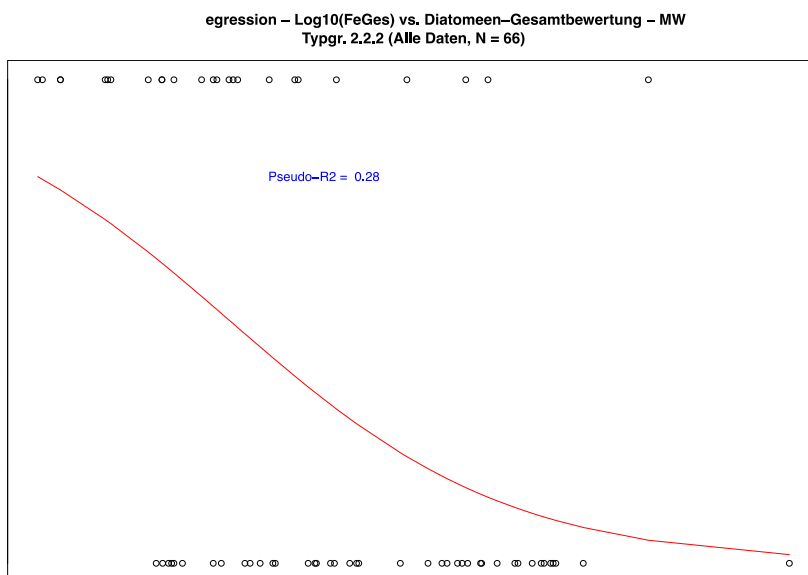


Abbildung 6-21: Binomiale logistische Regression für Diatomeen-Gesamtbewertung und Fe_{ges} (logarithmiert), Typgruppe 2.2.2, N=66

Bei der **Diatomeen-Trophieklasse** wird in zwei von neun Analysen ein signifikanter Zusammenhang gefunden (Tabelle 6-15, grün hinterlegt). Da es sich um die gleichen Typgruppen handelt, die auch bei der Gesamtbewertung deutliche Zusammenhänge aufzeigen, ist davon vermuten, dass es sich um einen trophischen Effekt handelt.

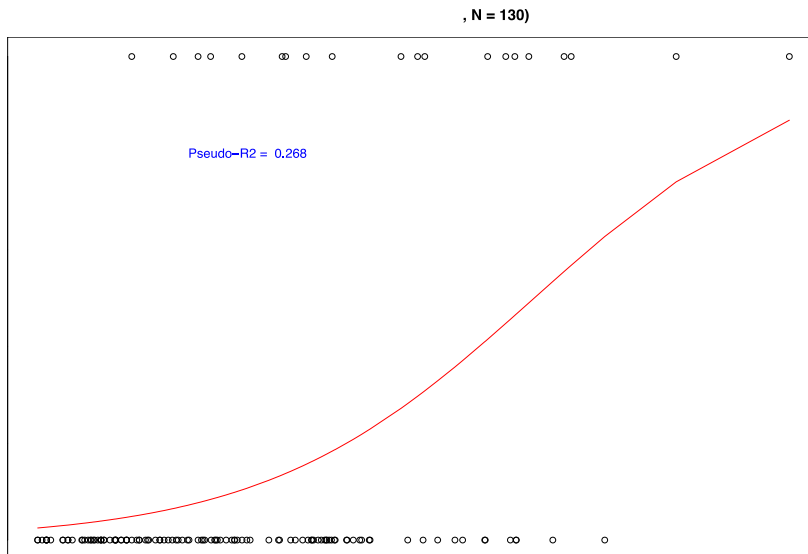


Abbildung 6-22: Binomiale logistische Regression für Diatomeen-Trophieklasse und Fe_{gel} (logarithmiert), Typgruppe 3.2.1, N=130

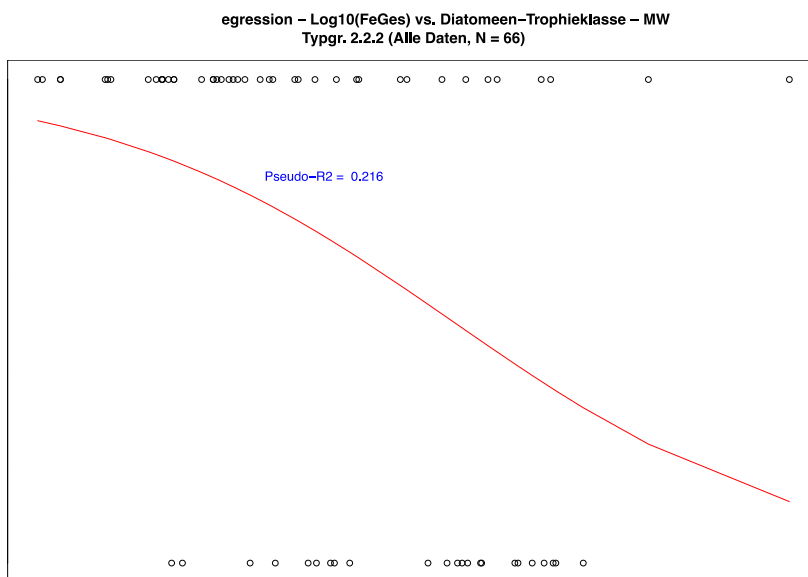


Abbildung 6-23: Binomiale logistische Regression für Diatomeen-Trophieklasse und Fe_{ges} (logarithmiert), Typgruppe 2.2.2, N=66

Wie im Falle des MZB (Gesamtbewertung und Allgemeine Degradation) ist auch hier bei der Typgruppe 2.2.1 und Fe_{ges} bei hoher Signifikanz nur ein sehr geringes Pseudo- R^2 zu verzeichnen (Tabelle 6-15, ocker hinterlegt).

Tabelle 6-15: Ergebnisse der binomialen logistischen Regressionen für Diatomeen-Trophieklasse und Eisen

Parameter	Typgruppe	N	Pseudo-R ²	p	P=50% (mg/l)
Fe _{gel}	2.2.1	412	0,1199	4,71x10 ⁻¹⁰	0,07002
Fe _{gel}	3.2.1	130	0,2684	2,96x10 ⁻⁶	0,624
Fe _{ges}	19 NT	125	0,03283	0,08036	3,475
Fe _{ges}	2.1.1	231	0,0002931	0,8253	1,65x10 ⁻⁹
Fe _{ges}	2.1.2	69	0,1104	0,03963	0,02704
Fe _{ges}	2.1.3	72	0,01533	0,5693	0,002063
Fe _{ges}	2.2.1	523	0,02149	0,00356	0,2314
Fe _{ges}	2.2.2	66	0,2157	0,0008034	0,5345
Fe _{ges}	3.2.1	190	0,05646	0,008044	15,76

Die Diatomeen-Saprobieklasse liefert ein signifikantes Ergebnis mit hohem Pseudo-R² (Tabelle 6-16, grün hinterlegt). Auch hier nimmt die Wahrscheinlichkeit eines guten Zustandes mit zunehmender Eisen-Konzentration zu (Abbildung 6-24). Allerdings handelt es sich in diesem Fall um Fe_{ges}.

ssion – Log10(FeGes) vs. Diatomeen–Saprobieklasse – MW
Typgr. 17 (Alle Daten, N = 51)

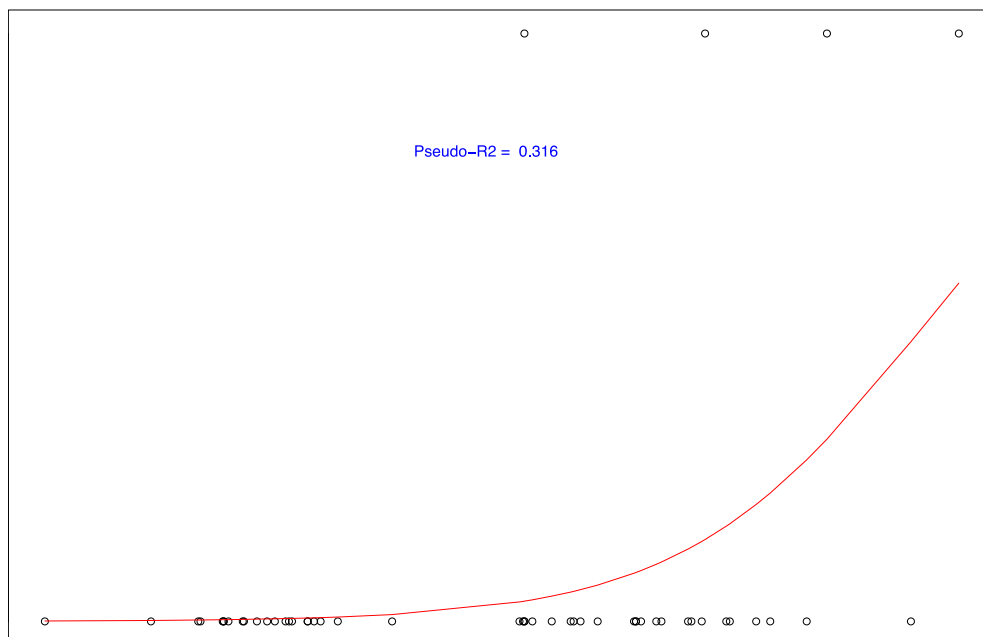


Abbildung 6-24: Binomiale logistische Regression für Diatomeen-Trophieklasse und Fe_{ges} (logarithmiert), Typgruppe 17, N=51

Tabelle 6-16: Ergebnisse der binomialen logistischen Regressionen für Diatomeen-Saprobieklasse und Eisen

Parameter	Typgruppe	N	Pseudo-R ²	p	P=50% (mg/l)
Fe _{ges}	17	51	0,3157	0,00686	2,243
Fe _{ges}	3.1.3	52	0,00617	0,6669	405,5

6.6.4.4 Zusammenfassung der binomialen logistischen Regression

Nur relativ selten (im Vergleich zu anderen ACP-Parametern) zeigt die binomiale logistische Regression signifikante Beziehungen mit ausreichend hohem Pseudo-Bestimmtheitsmaß ($\text{Pseudo-R}^2 > 0,2$) und ausreichend hohen Fallzahlen ($N \geq 50$).

Außerdem ist das Regressionsverhalten nicht durchgängig einheitlich. Während für Fische und Makrozoobenthos alle signifikanten und starken Regressionen bei steigenden Eisen-Konzentrationen geringere Wahrscheinlichkeiten eines guten/sehr guten Zustands indizieren, sind bei den Diatomeen Fälle zu verzeichnen, in denen die Wahrscheinlichkeit einer guten Bewertung mit steigender Eisen-Konzentration *zunimmt*. Dabei handelt es sich in beiden Fällen um Tieflandgewässer (Typgruppen 3.2.1 und 17, also LAWA-Typen 14, 16 und 17).

Im Falle des MZB treten außerdem bzgl. des Parameters Fe_{ges} Fälle auf, bei denen mit hoher Signifikanz *kein* Korrelationsverhalten besteht. Dies gilt insbesondere für die - im Falle anderer Ionen - oftmals hochkorrelierten - Mittelgebirgsbachtypen (Typgruppen 2.1.1 und 2.2.1). Besonders auffällig ist, dass bei der Typgruppe 2.1.1 (karbonatische Mittelgebirgsbäche) der Parameter Fe_{gel} hoch signifikant korreliert ist, während sich hier für Fe_{ges} hoch signifikant keine Korrelation zeigt. Ein Grund könnte in der deutlich geringeren Fallzahl für Fe_{gel} liegen ($N = 61$ gegenüber $N = 410$ bei Fe_{ges}). Für die silikatischen/basenarmen Mittelgebirgsbäche zeigt dagegen sowohl Fe_{gel} als auch Fe_{ges} hoch signifikant keine Korrelation an. Beide Regressionen haben hohe Fallzahlen ($N = 785$ bzw. $N = 1.306$) und sind somit als verlässlich einzustufen.

6.6.5 Box-Whisker-Plots

Im Folgenden sind exemplarische Boxplots der Makrozoobenthos-Gesamtbewertungsklassen gegen die Gesamteisen-Konzentration für die Typgruppe 2.1.1 (Karbonatische Bäche des Mittelgebirges) sowie daraus ermittelte Regressionen dargestellt.

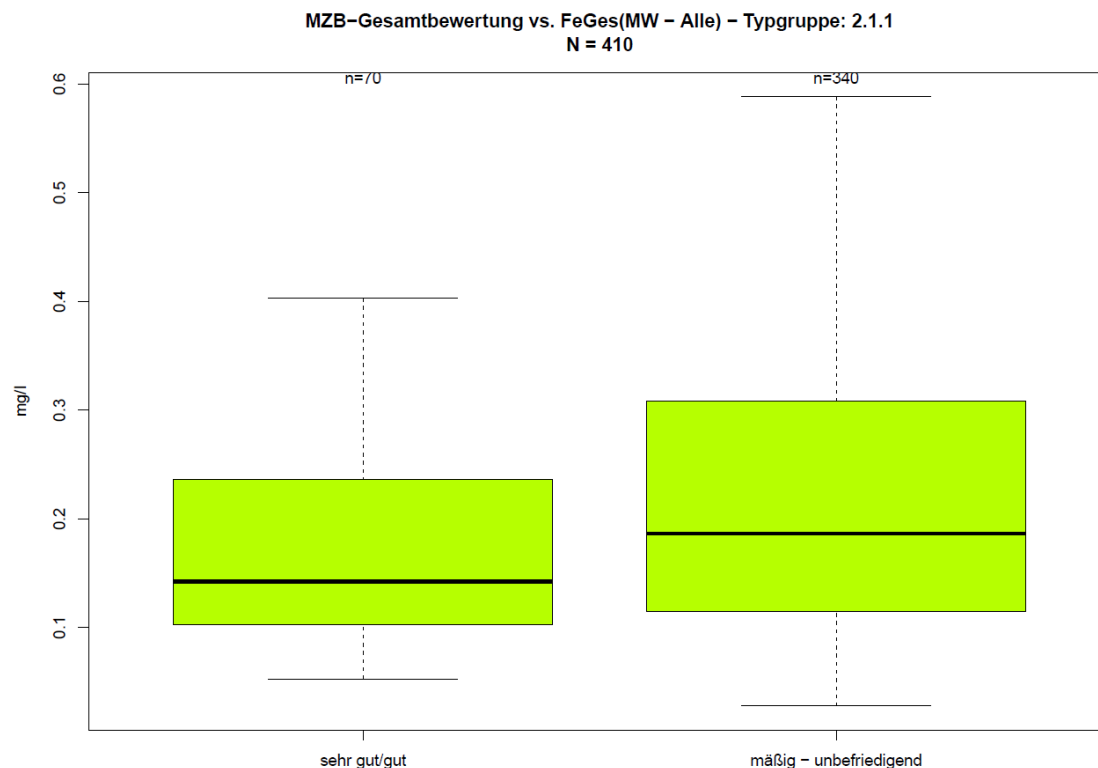


Abbildung 6-25: Box-Whisker-Plot der zwei Klassengruppen „sehr gut/gut“ und „mäßig-schlecht“ der MZB-Gesamtbewertung, Typgruppe 2.1.1, Gesamteisen-Mittelwerte

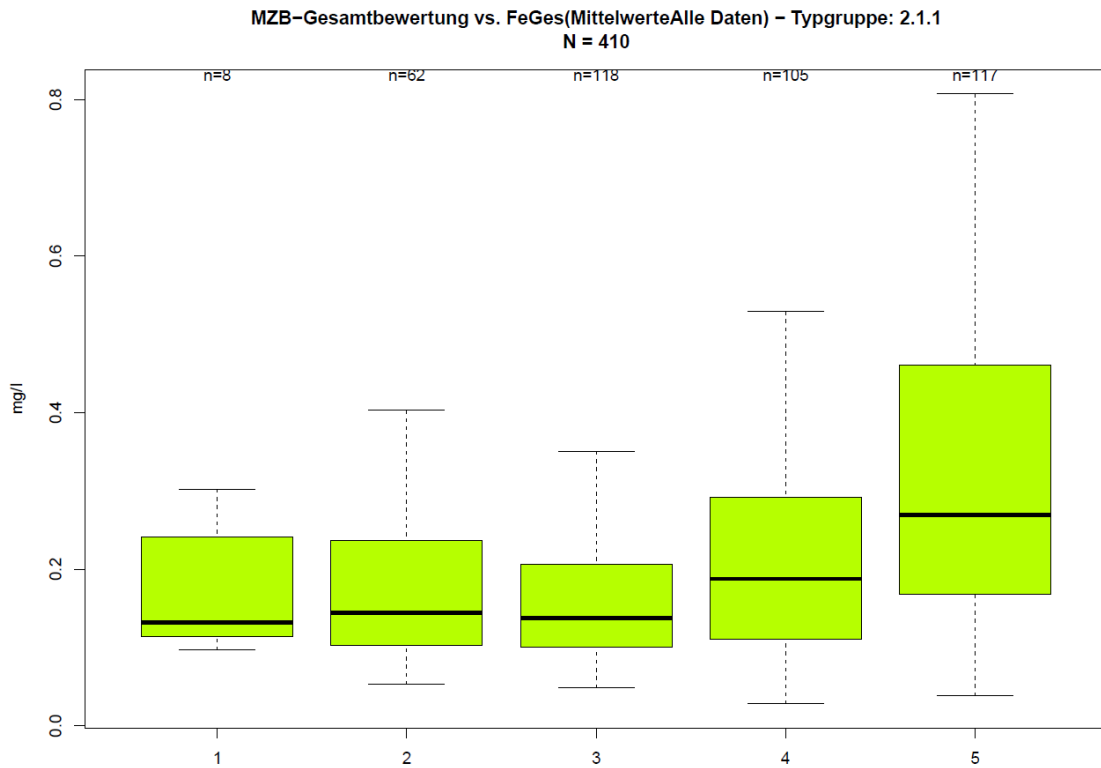


Abbildung 6-26: Box-Whisker-Plot der fünf Klassen „sehr gut“ bis „schlecht“ der MZB-Gesamtbewertung, Typgruppe 2.1.1, Gesamteisen-Mittelwerte

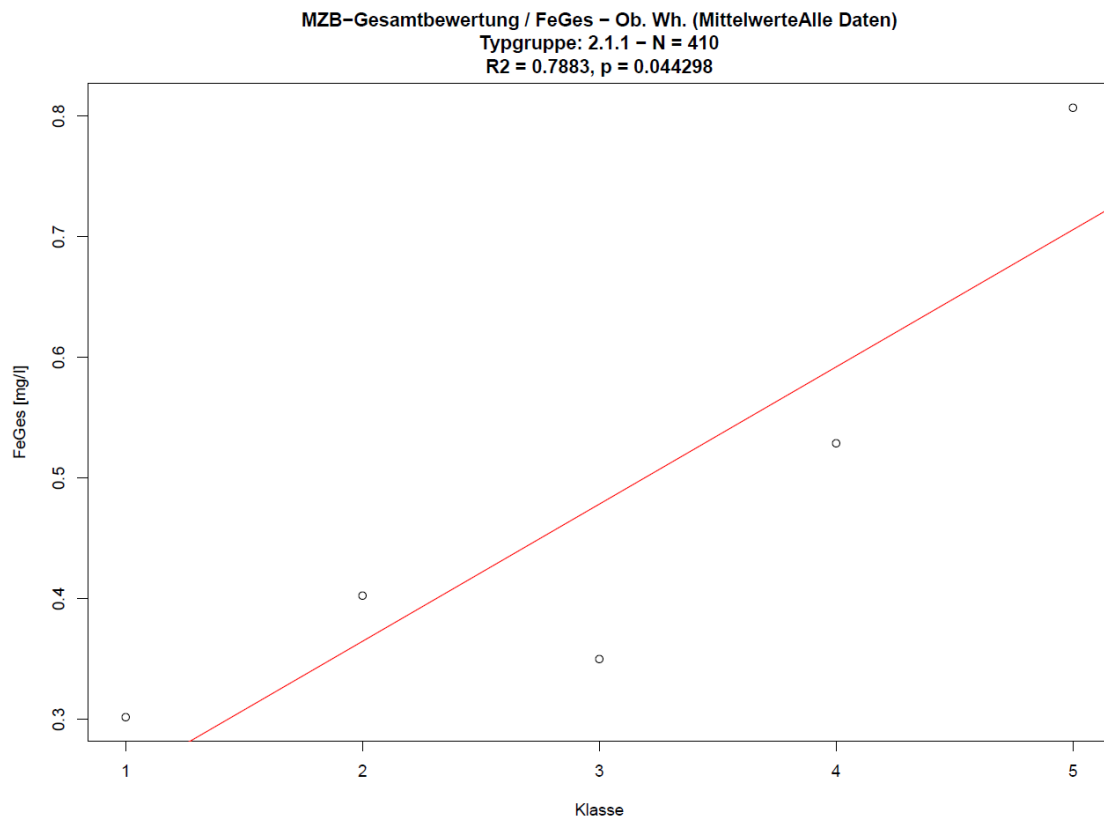


Abbildung 6-27: Regressionsgerade über die oberen Whisker des Box-Whisker-Plots der fünf Klassen „sehr gut“ bis „schlecht“ der MZB-Gesamtbewertung, Typgruppe 2.1.1, Gesamteisen-Mittelwerte

In dem in *Abbildung 6-25* bis *Abbildung 6-27* dargestellten Fall wurde gemäß der in Kapitel 6.5.5 beschriebenen Methodik ein Schwellenwert in Höhe von 0,36 aus der Regressionsgeraden (*Abbildung 6-27*) abgeleitet, da hier das Bestimmtheitsmaß hinreichend hoch ($R^2 = 0,79$) und die Regression signifikant ist ($p = 0,043$).

Die eigentlichen Ergebnisse der nach dieser Methodik abgeleiteten Schwellenwerte werden in Kapitel 6.7.1 und in Kapitel 7 im Einzelnen beschrieben.

6.6.6 Zusammenfassung

Im Unterschied zu vielen anderen auf die hier beschriebene Art untersuchte physikalisch-chemische Parameter ist bei den verschiedenen Eisen-Spezies kein durchgängig einheitlicher Trend zugunsten einer besonders deutlichen Empfindlichkeit des Makrozoobenthos zu erkennen. Bezogen auf alle betrachteten Qualitätskomponenten sind signifikante Zusammenhänge zwischen den jeweiligen Bewertungsklassen oder -Metrics deutlich seltener und/oder schwächer. Eine rein statistisch begründete Ableitung von Schwellen-/Orientierungswerten ist daher schwierig, wenn nicht gleichzeitig die potenziellen Wirkmechanismen und ökosystemare Wechselwirkungen berücksichtigt und umfassend diskutiert werden.

6.7 Orientierungswertvorschläge

6.7.1 Abgeleitete Orientierungswertvorschläge

Um Orientierungswertvorschläge aus den gemäß Kap. 6.2 aus den oberen Whiskern abgeleiteten Schwellenwerten zwischen den ökologischen Zustandsklassen „gut“ und „mäßig“ formulieren zu können, wurden noch folgende Arbeitsschritte durchgeführt:

1. Prüfung der Belastbarkeit der abgeleiteten Schwellenwerte gemäß der Erreichung einer Mindestanzahl von 50 Datenpaaren aus Gesamteisenkonzentration und ökologischer Zustandsklasse der jeweiligen biologischen Qualitätskomponente: Berücksichtigung des abgeleiteten Schwellenwertes für den Orientierungswert nur bei Erfüllung dieser Mindestanforderung, bei Verfehlung wird der abgeleitete Wert lediglich in Klammern dargestellt und nicht weiter verwendet.
2. Kennzeichnung der Werte, bei denen keine Ableitung eines oberen Schwellenwertes für die ökologische Zustandsklasse „gut“ möglich ist mit [k.A.], weil die Datenauswertung einen gegenteiligen, d.h. positiven Zusammenhang zwischen der Eisenkonzentration und der ökologischen Zustandsbewertung indiziert.
3. Zusammenstellung der so abgeleiteten Schwellenwerte bzw. Orientierungswertvorschläge in einer Gesamttabelle unter Berücksichtigung der jeweils empfindlichsten sowie der sowohl bestmöglich abgesicherten als auch empfindlichen biologischen Qualitätskomponente entsprechend der Berechnungsergebnisse.

Die für die einzelnen biologischen Qualitätskomponenten abgeleiteten Gesamt- und Gelösteisen-Schwellenwerte für den Übergang von der ökologischen Zustandsklasse „gut“ zu „mäßig“ sowie die dazu gehörigen Informationen zur Ableitungsart und statistischen Belastbarkeit sind den Ergebnistabellen (Tabelle 6-17 und Tabelle 6-18) zu entnehmen, denen die folgende Legende zuzuordnen ist.

Legende zu den Ergebnistabellen (Tabelle 6-17 und Tabelle 6-18)

Feldfarben	Die farblichen Hinterlegungen der Datenfelder dienen der geochemischen Unterscheidung der Gewässertypgruppen: hellblau = silikatisch/basenarm, gelb = karbonatisch/basenreich, grau = silikatische/basenarme oder karbonatische/basenreiche Ausprägung möglich
MW/Jahr	Jahresmittelwert: Arithmetisches Mittel aus den Jahresmittelwerten von mindestens einem von 3 aufeinander folgenden Kalenderjahren (1. Jahr vor, 2. Jahr während und 3. Jahr nach der biologischen Beprobung) jeweils basierend auf möglichst einer Einzelmessung pro Monat, mindestens aber auf 4 jahreszeitlich repräsentativen Messungen pro Jahr
„Minuszeichen“	Es liegen keine auswertbaren Datengrundlagen vor
(runde Klammern)	Es liegen entweder insgesamt nur wenige auswertbare Datensätze vor ($N \leq 50$) oder die Klassen sehr gut und gut sind zusammen nur durch weniger als 7 Datensätze abgedeckt
<u>Einf. Unterstr.</u>	Gem. Wilcoxon-Test signifikanter Unterschied ($p \leq 0,09$) zwischen den ACP-Werten für die Klassen "sehr gut-gut" und "mäßig-schlecht"
<u>Zweif. Unterstr.</u>	Lineare Regression der oberen Whisker der 5 Bewertungsklassen (sehr gut bis schlecht) mit p-Werten $\leq 0,09$; R ² -Wert [in eckigen Klammern]
Fett formatiert	Werte, der empfindlichsten biologischen Qualitätskomponente
Grün formatiert	Pflanzliche Teil-/Komponente
Blau formatiert	Fische
Rot formatiert	Makrozoobenthos
BQK Gesamt ¹	Werte aus LAWA-Projekt O 3.12 (Halle und Müller 2014)
„k.A.“	Keine Aussage möglich, weil der obere Whisker der aggregierten Klasse sehr gut bis gut über dem der aggregierten Klasse mäßig bis schlecht liegt oder weil die Regression über die oberen Whisker der vier bzw. fünf Bewertungsklassen zu den höheren, d. h. schlechteren Bewertungsklassen hin abfällt, d. h. geringere Konzentrationswerte aufweist

Tabelle 6-17: Ergebnistabelle der abgeleiteten Gesamteisen-Schwellenwerte für den Übergang von der ökologischen Zustandsklasse „gut“ zu „mäßig“

Gewässertypgruppen-Codes	Beschreibung der Gewässertypgruppen	LAWA-Gewässertypen (AV = Alpenvorland; MG = Mittelgebirge; NT = Norddtsch. Tiefland; S = Silikatisch/Basenarm; K = Karbonatisch/Basenreich)	Schwellenwert "gut/mäßig" für Fe (ges) - Obere Schwelle [mg/l] MW/Jahr						
			Diatomeen Saprobie	Diatomeen Trophie	Diatomeen Gesamt	Fische Gesamt	Makrozoobenthos Gesamt	Empfindlichste BQK (gerundet auf eine Stelle hinter dem Komma)	Empfindlichste der jeweils statistisch belastbarsten BQK (gerundet auf eine Stelle hinter dem Komma)
2.1.1	Karbonatische Bäche des Mittelgebirges	6 / 6_K / 7	-	0,50 k.A.	<u>0,45 [0,87]</u>	<u>0,23</u>	<u>0,36 [0,79]</u>	<u>0,2</u>	<u>0,4</u>
2.2.1	Silikatische oder basenarme Bäche des Mittelgebirges	5 / 5.1 / 5.2 / 11 (MG)	-	<u>0,93</u>	1,02 k.A.	<u>0,66 [0,66]</u>	<u>0,81 [0,82]</u>	<u>0,7</u>	<u>0,7</u>
2.1.2	Karbonatische kl. bis mittl. Flüsse des Mittelgebirges	9.1 / 9.1_K	-	0,23	(0,23)	(0,51) k.A.	0,35	0,2	0,4
2.2.2	Silikatische oder basenarme kl. bis mittl. Flüsse des Mittelgebirges	9 / 12 (MG)	-	<u>0,63</u>	0,43	0,63	<u>0,74 [0,85]</u>	<u>0,4</u>	<u>0,7</u>
2.1.3	Karbonatische gr. Flüsse und Ströme des Mittelgebirges	9.2 / 10	-	(0,97) k.A.	(0,97) (k.A)	<u>(0,60) k.A.</u>	0,65 k.A.	-	-
18	Löss-lehmgeprägte Tieflandbäche	18	-	(0,48)	(0,45)	(0,19)	1,22	1,2	-
19 NT	Kleine Niederungsfließgewässer in Fluss- und Stromtälern des norddeutschen Tieflands	19 (NT)	-	3,90 k.A.	3,90 k.A.	(1,38)	<u>2,59 [0,74] k.A.</u>	-	-
3.2.1	Silikatische und karbonatische sand- und kiesgeprägte Bäche des norddeutschen Tieflands	14, 16	-	<u>5,40 k.A.</u>	<u>3,55 k.A.</u>	(0,77)	<u>2,07 k.A.</u>	-	-
11 NTS	Organisch geprägte Bäche	11 (NTS)	-	-	-	-	<u>(2,56) k.A.</u>	-	-
11 NTK	Organisch geprägte Bäche	11 (NTK)	-	-	-	-	<u>(1,55) k.A.</u>	-	-
15	Sand- und lehmgeprägte Tieflandflüsse	15	-	-	(2,71)	1,15	1,80 [0,79]	<u>1,2</u>	1,8
12 NTS	Organisch geprägte Flüsse	12 (NTS)	-	-	<u>(1,20) (k.A)</u>	-	1,29	1,3	-
12 NTK	Organisch geprägte Flüsse	12 (NTK)	-	-	<u>(1,15 [0,82])</u>	(0,86)	0,98	1,0	-
17	Kiesgeprägte Tieflandflüsse	17	(2,51) k.A.	(1,14)	2,16 (k.A)	1,84 k.A.	1,82	1,8	-
3.1.3	Karbonatische gr. Flüsse und Ströme des norddeutschen Tieflands	15_g / 20	0,67	-	1,30 (k.A)	<u>0,72</u>	1,06	0,7	<u>0,7</u>

Tabelle 6-18: Ergebnistabelle der abgeleiteten Gelöseisen-Schwellenwerte für den Übergang von der ökologischen Zustandsklasse „gut“ zu „mäßig“

Gewässer- typgruppen- Codes	Beschreibung der Gewässertypgruppen	LAWA-Gewässertypen (AV = Alpenvorland; MG = Mittelgebirge; NT = Norddtsch. Tiefland; S = Silikatisch/Basenarm; K = Karbonatisch/Basenreich)	Schwellenwert "gut/mäßig" für Fe (gel) - Obere Schwelle [mg/l] MW/Jahr						
			Diatomeen Saprobie	Diatomeen Trophie	Diatomeen Gesamt	Fische Gesamt	Makrozoobenthos Gesamt	Empfindlichste BQK	Empfindlichste der jeweils statistisch belastbarsten BQK
2.1.1	Karbonatische Bäche des Mittelgebirges	6 / 6_K / 7	-	(0,06)	(0,05)	-	<u>0,04 [0,881]</u>	<u>0,04</u>	<u>0,04</u>
2.2.1	Silikatische oder basenarme Bäche des Mittelgebirges	5 / 5.1 / 5.2 / 11 (MG)	-	<u>0,24 k.A.</u>	<u>0,24 k.A.</u>	0,13 k.A.	0,17 k.A.	-	-
2.1.2	Karbonatische kl. bis mittl. Flüsse des Mittelgebirges	9.1 / 9.1_K	-	-	-	-	-	-	-
2.2.2	Silikatische oder basenarme kl. bis mittl. Flüsse des Mittelgebirges	9 / 12 (MG)	-	<u>(0,06 [0,921])</u>	(0,07)	(0,04)	<u>0,08</u>	<u>0,08</u>	<u>0,08</u>
2.1.3	Karbonatische gr. Flüsse und Ströme des Mittelgebirges	9.2 / 10	-	(0,04) k.A.	(0,04) (k.A)	(0,06) k.A.	<u>0,07 k.A.</u>	-	-
18	Löss-lehmgeprägte Tieflandbäche	18	-	-	-	-	(0,09) k.A.	-	-
19 NT	Kleine Niederungsfließgewässer in Fluss- und Stromtälern des norddeutschen Tieflands	19 (NT)	-	<u>(0,79) k.A.</u>	<u>(0,79) k.A.</u>	-	0,53	0,53	-
3.2.1	Silikatische und karbonatische sand- und kiesgeprägte Bäche des norddeutschen Tieflands	14, 16	-	<u>0,78 k.A.</u>	<u>0,96 k.A.</u>	<u>(0,12)</u>	0,29	0,29	-
11 NTS	Organisch geprägte Bäche	11 (NTS)	-	-	-	-	-	-	-
11 NTK	Organisch geprägte Bäche	11 (NTK)	-	-	-	-	-	-	-
15	Sand- und lehmgeprägte Tieflandflüsse	15	-	-	(0,43) k.A.	(0,13)	<u>0,20 [0,891]</u>	<u>0,20</u>	<u>0,20</u>
12 NTS	Organisch geprägte Flüsse	12 (NTS)	-	-	-	-	-	-	-
12 NTK	Organisch geprägte Flüsse	12 (NTK)	-	-	-	-	-	-	-
17	Kiesgeprägte Tieflandflüsse	17	(0,33) k.A.	-	<u>(0,33) (k.A)</u>	(0,10)	0,16 k.A.	-	-
3.1.3	Karbonatische gr. Flüsse und Ströme des norddeutschen Tieflands	15_g / 20	(0,90) k.A.	-	(0,19) (k.A)	(0,08)	(0,11)	-	-

Es zeigt sich, dass erhöhte Eisenkonzentrationen (Gelösteisen und Gesamteisen) bei den meisten Fließgewässertypen des Mittelgebirges eine Verschlechterung der ökologischen Zustandsbewertung beim Makrozoobenthos und bedingt auch bei den Fischen bewirken. Eine an den Bewertungsergebnissen ablesbare Eisenbelastungswirkung ist dagegen im Tiefland beim Makrozoobenthos nur für die Sand und lehmgeprägten Tieflandflüsse (LAWA-Typ 15) mit hinreichender statistischer Absicherung nachweisbar. Eine Ausnahme davon stellen im Mittelgebirge die großen Flüsse und Ströme des Mittelgebirges (LAWA-Fließgewässertypen 9.2 und 10) dar, bei denen Erhöhungen der Eisenkonzentrationen offenbar eine Verbesserung des Bewertungsergebnisses bei allen biologischen Qualitätskomponenten bewirken. Dasselbe Phänomen ist auch bei den im Tiefland gelegenen LAWA-Fließgewässertypen 11, 14, 16 und 19 festzustellen.

Bei den Diatomeen sind bessere ökologische Zustandsbewertungen bei höheren Eisenkonzentrationen sowohl im Mittelgebirge als auch im Tiefland der Regelfall. Nettobelastungswirkungen erhöhter Gesamteisenkonzentrationen auf die ökologische Zustandsbewertung von Diatomeen konnten nur für die Typgruppe der karbonatischen Mittelgebirgsbäche in hinreichend abgesicherter Form ermittelt werden.

Ursächlich für die bewertungsverbessernde Wirkung von Eisen dürften vor allem die Trophie und dadurch sekundär auch die Saprobie mindernden Eisenwirkungen sein, was von den Diatomeen durch verbesserte ökologische Zustandsbewertungen angezeigt wird. Offenbar haben auch Eisenhydroxid-Niederschläge auf den benthischen Algen und ihren Substraten hier keinen dominierenden negativen Einfluss auf die ökologische Zustandseinstufung des PHYLIB-Bewertungsverfahrens, obwohl dadurch natürlich auch oligotrophe Arten beeinträchtigt werden könnten. Als Indiz für die Reduzierung der fotoautotrophen Aufwuchsbiomasse bei erhöhten Eisenkonzentrationen kann auch die im Projekt ermittelte und in Kapitel 4.7.4 beschriebene höchste Eisen-Empfindlichkeit von Weidegängern gewertet werden. Von allen Ernährungstypen gehen ihre Bestände bei erhöhten Gesamteisenkonzentrationen am stärksten zurück, gefolgt von den passiven Filtrieren, die vermutlich auch unter Eisen(III)ausfällungen an ihren Fangnetzen zu leiden haben.

Für die Bewertungsergebnisse von Fischen und Makrozoobenthos ist es entscheidend, ob primär die Trophie mindernde Eisenwirkung (führt tendenziell zu besseren ökologischen Zustandseinstufungen) oder aber die Eisenbelastungseinflüsse auf Atemorgane und Besiedlungssubstrate überwiegen, die die Bewertungsergebnisse verschlechtern. Die ökologischen Zustandsbewertungen beider Gruppen sind daher in Gewässertypen, in denen Arten leben, die besonders hohe Anforderungen an die Atmungsbedingungen stellen und über keine effektiven Reinigungsmechanismen für Ihre Atmungsorgane verfügen, vorrangig von den negativen Eisenbelastungen betroffen (d.h. besonders kleine bis mittelgroße Fließgewässer des Mittelgebirges). Dagegen kann vor allem in gefälle- und strömungsärmeren Fließgewässertypen (Tieflandfließgewässer und große Flüsse und Ströme in Tiefland und Mittelgebirge) auch die Trophie mindernde Eisenwirkung bei den ökologischen Zustandsbewertungen von Fischen und Makrozoobenthos überwiegen. Die in den Ergebnistabellen (Tabelle 6-17 und Tabelle 6-18) dargestellten Werte passen sehr gut zu diesem Erklärungsmodell.

6.7.2 Generalisierte Orientierungswertvorschläge für eine Neufassung des RaKon Teil B Arbeitspapier II

Um aus den spezifisch für die einzelnen biologischen Qualitätskomponenten ermittelten Schwellenwerten harmonisierte Orientierungswertvorschläge je Gewässertyp bzw. Gewässertypgruppe abzuleiten, wurde abschließend eine

Beurteilung der Orientierungswertvorschläge im Rahmen einer Sitzung des LAWA-Expertenkreises Biologie Fließgewässer (16. September 2014 in Erfurt) zur Festlegung von über alle Gewässertypgruppen harmonisierten und generalisierten Orientierungswerten per „expert judgement“ vorgenommen. Dabei wurden insbesondere die erkennbaren Korrelationen zwischen den einzelnen allgemeinen physikalisch-chemischen Parametern und den biologischen Reaktionen (Bewertungseinstufungen) nach Art, Stärke und Signifikanz berücksichtigt und der relative Genauigkeitsgrad der abgeleiteten Orientierungswertvorschläge abgeschätzt. Unter Berücksichtigung der Ähnlichkeit sowie ggf. der längszonalen Abfolge verwandter Gewässertypen erfolgte anschließend eine Generalisierung im Sinne einer typologischen Harmonisierung der Orientierungswertvorschläge.

Für den Parameter Eisen stellte sich die grundsätzliche Frage nach dem Bedarf an Orientierungswerten für diejenigen Gewässertypen, für die die Berechnung mit den aktuellen Bewertungsverfahren der biologischen Qualitätskomponenten keine Nettobelastungswirkung durch erhöhte Eisenkonzentrationen, sondern sogar eine ökologische Zustandsverbesserung indizieren.

Der LAWA-Expertenkreis Fließgewässer hat sich entschieden, auch für diese Gewässertypen Orientierungswerte festzulegen.

Wesentliche Gründe, die dafür sprechen, sind:

- Die taxaspezifischen Auswertungen der Gesamteisenpräferenzen haben ergeben, dass die Mehrzahl aller Taxa des Makrozoobenthos durch erhöhte Eisenkonzentrationen in ihren Beständen zurück gehen, d.h. dass eine Beeinträchtigung der Organismen durch erhöhte Eisenkonzentrationen der Normalfall ist.
- Auch wenn sich diesbezüglich ein relativ klarer Unterschied zwischen den deutlich empfindlicheren Mittelgebirgstaxa und den vornehmlich im Tiefland lebenden Arten gezeigt hat, gilt diese Aussage auch für die meisten Tieflandtaxa. Zudem gibt es auch hier besonders empfindlich auf erhöhte Eisenkonzentrationen reagierende Arten.
- Es wird davon ausgegangen, dass die biologischen Bewertungsverfahren bei den LAWA-Fließgewässertypen 9.2, 10, 11, 14, 16 und 19 deshalb die Belastungswirkungen erhöhter Eisenkonzentrationen nicht durch entsprechend verschlechterte Bewertungsergebnisse anzeigen, weil hier offenkundig die Abundanzrückgänge der empfindlicheren Taxa weniger ins Gewicht fallen (abhängig von den biol. Bewertungsverfahren), als die Trophie senkende Eisenwirkung. Im Falle der Typen 11 und 19 kommt hinzu, dass bei ihnen die typspezifisch als Gütezeiger des Deutschen Fauna-Index (DFI) eingestuft Taxa im Durchschnitt besser mit erhöhten Gesamteisenkonzentrationen als die Störungszeiger zurechtzukommen scheinen (s. Kap. 4.8).
- Die biologischen Bewertungsverfahren sind Bewertungshilfen, die stets weiter entwickelt werden und die abschließende Experteneinstufung des ökologischen Zustands nicht ersetzen sollen und können. Ein Orientierungswert ist daher für diejenigen Fälle (Proben des Monitorings) als Warnwert zu verstehen, bei denen trotz Überschreitung eine gute oder bessere ökologische Zustandsklasse berechnet wird. Sofern hier dennoch relevante Arten- und/oder Abundanzdefizite erkennbar sind, sollte ggf. eine entsprechende Abstufung der ökologischen Zustandsklasse vom Experten vorgenommen werden.

Obwohl im Projekt sowohl für Gelösteisen, als auch für Gesamteisen Schwellenwerte zwischen den ökologischen Zustandsklassen „gut“ und „mäßig“ abgeleitet wurden (s. Tabelle 6-17 und Tabelle 6-18), wurden harmonisierte Orientierungswertempfehlungen nur für Gesamteisen beschlossen. Der ausschlaggebende Grund dafür ist die deutlich schlechtere Datenlage für Gelösteisenkonzentrationen.

Für Gesamteisen wurden aus den in Tabelle 6-17 dargestellten Untersuchungsergebnissen nur zwei verschiedene harmonisierte Orientierungswertvorschläge abgeleitet: einer für die Mittelgebirgsfließgewässer und einer für die Fließgewässertypen des Tieflands. Das Ergebnis dieses Arbeitsschrittes dient als Grundlage für die Neufassung des RaKon Teil B Arbeitspapier II (LAWA-AO 2014) und ist in Tabelle 6-19 dargestellt.

Keine Orientierungswertempfehlungen wurden dagegen für die LAWA-Typen der Fließgewässer des Alpenvorlands, der Marschengewässer, der Rückstau- bzw. brackwasserbeeinflussten Ostseezuflüsse sowie der Seeausflussgeprägten Fließgewässer des Norddeutschen Tieflands aus den im Projekt durchgeführten Auswertungen abgeleitet, da für diese Gewässertypen weder die notwendigen Datengrundlagen vorlagen, noch plausible Analogieschlüsse von anderen Fließgewässertypen möglich schienen.

Tabelle 6-19: Harmonisierte Orientierungswertvorschläge des LAWA-Expertenkreises Biologie Fließgewässer

Fließgewässertypgruppen	LAWA-Fließgewässertypen	Gesamteisen
		mg/l
		MW/Jahr
		Obere Schwelle
Fließgewässer des Alpenvorlands	2.1 / 3.1 / 2.2 / 3.2 / 4 / 11	k. A.
Silikatische und karbonatische Bäche des Mittelgebirges	5 / 5.1	0,7
	6 / 6_K / 7 / 19	0,7
Kleine bis mittelgroße silikatische und karbonatische Flüsse des Mittelgebirges	9	0,7
	9.1 / 9.1_k	0,7
Große Flüsse und Ströme des Mittelgebirges	9.2 / 10	0,7
Organische Bäche und Flüsse des Mittelgebirges	11 / 12 basenarm	0,7
	11 / 12 basenreich	0,7
Silikatische und karbonatische Bäche des norddeutschen Tieflandes	14 [sil] / 16 [sil]	1,8
	14 [karb] / 16 [karb] / 18 / 19	1,8
Kleine bis mittelgroße silikatische und karbonatische Flüsse des norddeutschen Tieflands	15 / 17	1,8
Große Flüsse und Ströme des norddeutschen Tieflands	15_g / 20	1,8
Organische Bäche und Flüsse des norddeutschen Tieflandes	11 / 12 basenarm	1,8
	11 / 12 basenreich	1,8
Marschengewässer	22	k. A.
Rückstau- bzw. brackwasserbeeinflusste Ostseezuflüsse	23	k. A.
Seeausflussgeprägte Fließgewässer des Norddeutschen Tieflands	Subtyp 21_Nord	k. A.

Die Anwendung des Orientierungswerts zur Festlegung von Ziel- oder Grenzwerten für die Gesamteisenkonzentration ist ausschließlich dort sinnvoll, wo nicht bereits natürlicherweise deutlich höhere Gesamteisengehalte auftreten. In Fällen hoher

natürlicher Ausgangskonzentrationen kann eine Überschreitung der Orientierungswerte zwar auch eine Erklärung für ein schlechtes biologisches Bewertungsergebnis sein - das Bewertungsergebnis selbst kann aber nach den Prinzipien und Grundsätzen der WRRL nicht ohne vorherige Korrektur auf den Wasserkörper zur Einstufung des ökologischen Zustands verwendet werden, da es aufgrund einer unzutreffenden Natürlichkeitsreferenz zustande gekommen ist. Als Konsequenz dessen kann auch der zur „falschen“ Bewertung passende Orientierungswert keine Zielkonzentration beschreiben.

Unabhängig von den auf die Bewertungsschwelle zwischen gutem und mäßigem ökologischen Zustand ausgerichteten Orientierungswerten kann es für einen wirksamen Schutz bestimmter Arten erforderlich sein, noch deutlich niedrigere Eisenkonzentrationen einzuhalten.

Wenn z.B. die notwendigen Habitatbedingungen für gesetzlich besonders geschützte Großmuscheln wie *Unio tumidus tumidus*, *Unio pictorum pictorum* und *Anodonta anatina* gewährleistet werden sollen, sollten die Gesamteisenkonzentrationen in anorganisch dominierten Gewässertypen deutlich unter 0,25 mg/l bzw. 0,26 mg/l und in organisch dominierten Gewässertypen unter 0,45 mg/l bzw. 0,56 mg/l bzw. 0,61 mg/l liegen. Die genannten Konzentrationen entsprechen den im Projekt ermittelten Schwerpunktkonzentrationen der genannten Arten, d.h. denjenigen Konzentrationen bei denen innerhalb des ausgewerteten Datensatzes nur noch 50 % der jeweiligen potenziellen Abundanzen der Arten erreicht werden (s. Kapitel 4.3).

Für diesen Zweck bieten die in Kap. 4 dargestellten Auswertungen der Gesamteisenpräferenzen und die dazu gehörigen Taxalisten im Anhang alle notwendigen Informationen für sämtliche ausgewerteten Taxa, jeweils differenziert für anorganisch und für organisch dominierte Gewässertypen.

Wie Abbildung 4-7 und Abbildung 4-8 in Kap. 4.4 zu entnehmen ist, liegt der Durchschnittswert der Gesamteisen-Schwerpunktkonzentrationen aller Makrozoobenthos-Taxa in anorganisch dominierten Gewässertypen bei 0,35 mg/l und in organisch dominierten Gewässertypen bei 0,66 mg/l. Auch diese Werte liegen somit deutlich unter den abgeleiteten Orientierungswertempfehlungen.

Zur Thematik Bewertungsverfahren und Artenschutzanforderungen sei folgender Passus aus dem Kruspe et al. (2014) zitiert:

„Die aktuellen Orientierungswerte, die nach LAWA (2015) ein Konzentrationsniveau kennzeichnen, bei dessen Überschreitung die Erreichung des guten ökologischen Zustands auch ohne weitere Defizite unwahrscheinlich ist, liegen bei 0,7 mg/l Gesamteisen für Mittelgebirgsbäche und 1,8 mg/l für Fließgewässer des Flachlands. Dabei wird vermerkt, dass es Hinweise dafür gibt, dass einzelne Gewässer bzw. Gewässertypen niedrigere Orientierungswerte erfordern würden. Aufgrund der Praktikabilität und unzureichender Datenlage wurde jedoch auf eine weitere Untersetzung verzichtet. Dieses Konzentrationsniveau der Orientierungswerte entspricht grundsätzlich den Effektkonzentrationen aus IDUS (2012), wobei auch dort erhebliche Unterschiede zwischen den Gewässertypen festgestellt wurden. Zudem zeigen eigene Erfahrungen, dass die Bewertung des ökologischen Zustands auf Grundlage der einschlägigen Berechnungsalgorithmen nicht jede Verschlechterung des ökologischen Zustands adäquat registriert. Die Orientierung auf wesentliche Charakterarten führt bei der Berechnung der Gewässergüte dazu, dass eine Verarmung des Artenspektrums in einigen Fällen nicht als Verschlechterung gewertet wird, solange die wesentlichen Charakterarten in ausreichender Anzahl vorhanden sind. Damit ist eine Bewertung des ökologischen Zustands anhand der Häufigkeit der jeweils empfindlichsten Organismengruppe in einigen Fällen sensibler und die auf dieser Basis ermittelten Effektkonzentrationen

somit niedriger als die Orientierungswerte, die sich auf die Änderung der Güteklasse zwischen gut und mäßig beziehen.“

Es bleibt festzuhalten, dass sich beim Parameter Eisen große Unterschiede zwischen den für das Makrozoobenthos ermittelten Größenordnungen der taxaspezifischen Präferenzspektren und Schwerpunktkonzentrationen einerseits und den als Schwellenwerte der ökologischen Zustandsklassen „gut“ und „mäßig“ abgeleiteten Eisenkonzentrationen andererseits ergeben. Erhöhte Eisenkonzentrationen verändern in Fließgewässern bereits bei sehr geringen Konzentrationen die Abundanzverhältnisse des Makrozoobenthos deutlich (d.h. je nach Huminsäuregehalt des Gewässers schon in Konzentrationsbereichen zwischen ca. 0,1 mg/l und 0,3, bzw. ca. 0,2 bis 0,5 mg/l Gesamteisen), wirken sich aber auf die ökologischen Zustandseinstufungen der biologischen Bewertungsverfahren je nach Gewässertyp und biologischer Qualitätskomponente teilweise erst bei deutlich höheren Werten in relevanter Weise aus. Hier ist ggf. auch ein Anpassungsbedarf für die biologischen Bewertungsverfahren zu erwägen.

Zudem wurden sowohl bei den taxaspezifischen Auswertungen zur Ableitung von Präferenzspektren für Gesamteisen, als auch bei den bewertungsbezogenen Auswertungen der Proben zur Ableitung von Orientierungswertvorschlägen teilweise antagonistische Reaktionen auf erhöhte Gesamteisenkonzentrationen festgestellt.

Obwohl sich bei den taxaspezifischen Auswertungen zeigte, dass zwar die meisten Arten auf erhöhte Gesamteisenkonzentrationen mit Abundanzrückgängen zu reagieren scheinen, konnten auch Arten ermittelt werden, die erst bei den höchsten Gesamteisenkonzentrationen ihre größten Abundanzen erreichen (insbesondere bestimmte Erbsenmuscheln und Zuckmückenarten, s. Kap. 4.6.1). Für diese Arten könnten Eisen oxidierende Bakterien möglicherweise die primäre oder sekundäre Nahrungsgrundlage darstellen.

Die antagonistischen Ergebnisse, die sich bei den berechneten Bewertungsergebnissen für die verschiedenen Gewässertypen ergaben, können wie folgt zusammengefasst werden: Während vor allem die Bewertungsergebnisse für die Proben aus gefälle-/strömungsreichen Gewässertypen eine eindeutige Verschlechterung mit zunehmenden Gesamteisenkonzentrationen zeigen, lässt sich bei diversen gefälle-/strömungsarmen Gewässertypen auch das Gegenteil, d.h. eine Verbesserung der Bewertungseinstufung feststellen.

Für diese gegensätzlichen Befunde werden vor allem Überlagerungen von einerseits Eisenbelastungen der Atemorgane und Besiedlungssubstrate mit andererseits Trophie (und sekundär Saprobie) senkenden Eisenwirkungen (v. a. Phosphatfällung und Überzüge aus Eisenhydroxid auf den benthischen Algen und deren Substraten) als wahrscheinliche Erklärung verantwortlich gemacht. Je nachdem, wie empfindlich die Arten auf Belastungen ihrer Atmungsorgane reagieren, bzw. wie anspruchsvoll sie insgesamt hinsichtlich der Atmungsbedingungen sind und wie stark ein Gewässer aufgrund seiner Strömungs- und Nährstoffverhältnisse zu höheren trophischen und saprobiellen Zuständen neigt (stärkste Gefährdung in strömungsarmen Gewässern des Tieflands), können entweder die beeinträchtigenden oder die gegenteiligen Eisenwirkungen auf die Organismen und Bewertungsergebnisse die Oberhand gewinnen.

Die Größenordnungen der abgeleiteten und der harmonisierten Orientierungswertvorschläge (0,7 und 1,8 mg/l Gesamteisen) stimmen sehr gut mit den von WFD-UKTAG 2012 für Großbritannien, ebenfalls basierend auf realen Makrozoobenthosvorkommen, aber auf völlig andere Weise abgeleiteten Schwellenwertempfehlungen überein. Es wurde ein Schwellenwert zum **Schutz der empfindlichsten Taxa in Höhe von 0,73 mg/l Gesamteisen** und ein Wert in Höhe

von **1,83 mg/l Gesamteisen zum Schutz kompletter Biozöosen** abgeleitet. Die Autoren empfehlen den strengeren Wert als Umweltqualitätsstandard festzulegen, da beide Werte nicht unter Berücksichtigung von toxisitätsbeeinflussenden Faktoren, wie z.B. dem Gehalt an Huminstoffen ermittelt worden seien. Daher bestünde die Gefahr, dass die Schwellenwerte unter sensitiven Bedingungen (z.B. geringer Huminstoffgehalt) nicht scharf genug seien.

IDUS (2012) ermitteln 10%-Effektkonzentrationen für Gesamteisen in Höhe von 1,0 mg/l sowie 10%-Effektkonzentrationen, die bei 1,2 mg/l Gesamteisen liegen. Diese Werte liegen damit in derselben Größenordnung der hier abgeleiteten Schwellenwerte und innerhalb der Spanne der beiden harmonisierten Orientierungswertempfehlungen.

7 Gesamteisen-Schwellenwerte für alle 5 Bewertungsklassen des ökologischen Zustands

Die Wasserrahmenrichtlinie ist nicht auf zeitlich befristete Vorgaben für die Zielerreichung beschränkt, sondern enthält neben einem Verschlechterungsverbot auch die Möglichkeit in speziellen Fällen sogenannte „weniger strenge Umweltziele“ geltend zu machen. Daher ist es für die konkrete wasserwirtschaftliche Umsetzung von großem Wert die Gesamteisen-Schwellenwertkonzentrationen aller Übergänge der ökologischen Zustandsklassen zu kennen, um damit auch für solche Fälle konkrete Zielvorgaben zu formulieren.

Nachfolgend sind daher für diejenigen Gewässertypgruppen, für die eine hinreichend belastbare lineare Regression über die Oberen Whisker der Bewertungsklassen besteht, Gesamteisen-Schwellenwerte zwischen den ökologischen Zustandsklassen 1 und 2, 2 und 3, 3 und 4 sowie 4 und 5 tabellarisch für die biologischen Qualitätskomponenten Diatomeen, Fische und Makrozoobenthos aufgelistet (s. Tabelle 7-1).

Tabelle 7-1: Gesamteisen-Schwellenwerte zwischen den jeweiligen ökologischen Zustandsklassen

Qualitätskomponente	LAWA-Gewässertypen	N Datensätze	Whisker-Typ	R2	p-Wert	Schnittpunkt	Steigung	Schwelle KI1/2	Schwelle KI2/3	Schwelle KI3/4	Schwelle KI4/5
Diatomeen-Gesamtbewertung	5 / 5.1 / 5.2	231	Oberer Wert	0,8653	0,06978	0,2952	0,07679	0,37 mg/l	0,45 mg/l	0,53 mg/l	0,60 mg/l
Fische-Gesamtbewertung	5 / 5.1 / 5.2	491	Oberer Wert	0,657	0,09614	0,3329	0,164	0,50 mg/l	0,66 mg/l	0,82 mg/l	0,99 mg/l
MZB-Gesamtbewertung	6 / 6_K / 7	410	Oberer Wert	0,7883	0,0443	0,1374	0,1137	0,25 mg/l	0,36 mg/l	0,48 mg/l	0,59 mg/l
MZB-Gesamtbewertung	5 / 5.1 / 5.2	1306	Oberer Wert	0,8151	0,03583	0,6389	0,08323	0,72 mg/l	0,81 mg/l	0,89 mg/l	0,97 mg/l
MZB-Gesamtbewertung	9	317	Oberer Wert	0,8461	0,02691	0,463	0,1372	0,60 mg/l	0,74 mg/l	0,87 mg/l	1,01 mg/l
MZB-Gesamtbewertung	15	256	Oberer Wert	0,7871	0,04471	1,239	0,2809	1,52 mg/l	1,80 mg/l	2,08 mg/l	2,36 mg/l

8 Gesamtzusammenfassung

Im Rahmen des vorliegend dokumentierten Projektes sollten die im LAWA-Projekt O3.12 entwickelten Auswertungsverfahren auf den Parameter Eisen angewandt werden, um dadurch belastbare, gewässertypgruppenspezifische Orientierungswertvorschläge ableiten zu können. Dazu sollte soweit möglich der Einfluss erhöhter Eisenkonzentrationen in Fließgewässern auf die biologischen Qualitätskomponenten Makrozoobenthos und Diatomeen (ggf. auch für Fische) analysiert und taxaspezifische Eisen-Präferenzspektren für das Makrozoobenthos abgeleitet werden. Als Grundlage wurde die im bereits erwähnten LAWA-Vorhaben O 3.12 aufgebaute weiter ergänzte Datenbank verwendet.

Die wichtigsten ökologischen Wirkungen von erhöhten Eisenkonzentrationen in Fließgewässern lassen sich zu folgenden **Hauptkategorien** zusammenfassen:

1. **Beeinträchtigungen der Atmung** (v.a. Eisen(III)ausfällungen, die direkt auf den Atmungsmembranen stattfinden und die dadurch verursachten Sekundärschädigungen)
2. **Verminderung der Trophie** und dadurch sekundär auch der Saprobie (Reduktion des Lichtangebots durch Eisenhydroxidüberzüge sowie infolge der Trübung durch Eisenhydroxidmikroflocken, Reduktion besiedelbarer Flächen für benthische Algen durch Eisenhydroxidüberzüge, ortho-Phosphat-Abreicherung durch Oberflächenkomplexierung)
3. **Energiequelle für Eisen oxidierende Bakterien**, die als chemolithoautotrophe Organismen die fotoautotrophen Primärproduzenten im Nahrungsnetz ersetzen (Nahrungsmangel für alle auf fotoautotrophe Primärproduzenten angewiesene Primär- und Sekundärkonsumenten, aber auch Nahrungspotenzial und Konkurrenzvorteil für spezialisierte Konsumenten, die über effiziente Strategien und Mechanismen zum Schutz vor den Eisen-Beeinträchtigungen verfügen)

Eine aus gewässerökologischer Sicht besonders relevante Eigenschaft von Eisen ist dessen **Fähigkeit mit Huminstoffen stabile Komplexbindungen** einzugehen, die in dieser Form für die Gewässerorganismen i.d.R. nicht mehr bioverfügbar sind. Je höher also der Huminstoffgehalt in einem Gewässer ist, desto geringer sollten die bei gleicher Gesamteisenkonzentration zu erwartenden ökologischen Wirkungen sein.

Auf Grundlage der in Kapitel 3 beschriebenen Datenbasis wurden für die in den Proben nachgewiesenen Taxa des Makrozoobenthos die jeweiligen Präferenzspektren für die Gesamteisenkonzentration und die Schwerpunktkonzentrationen bestimmt, oberhalb und unterhalb derer das jeweilige Taxon eine gleich hohe relative Abundanz des Gesamtvorkommens aufweist. Dazu wurde die im LAWA-Projekt O 3.12 (Halle und Müller 2014) erarbeitete Methodik zur Identifizierung von Indikatorarten aufgegriffen und weiterentwickelt. Im Ergebnis konnte für 1081 Taxa für anorganisch dominierte Gewässertypen und für 997 Taxa für organisch dominierte Gewässertypen ein Gesamteisen-Typ zugewiesen werden, der sich aus der jeweiligen Gesamteisen-Schwerpunktkonzentration des Taxons und einem Spezifitätsindex zusammensetzt. Letzterer ist ein Maß dafür, wie spezifisch sich das gesamte Abundanzvorkommen des Taxons auf einen bestimmten Gesamteisen-Konzentrationsbereich beschränkt, bzw. wie weit die Konzentrationsspanne ist, über die sich die Gesamtabundanz des Taxons verteilt.

Die Auswertungsergebnisse für die abgeleiteten taxaspezifischen Gesamteisen-Präferenzspektren des Makrozoobenthos lassen sich wie folgt zusammenfassen:

1. Unterscheidung zwischen silikatischen und karbonatischen Gewässertypen erbrachte keine sinnvolle Differenzierung und wurde daher verworfen.

Schlussfolgerung: potenzielle Eisenwirkung auf Ionen- und Osmoregulation aquatischer Organismen allenfalls von sekundärer Bedeutung

2. Anorganisch und organisch dominierte Gewässertypen unterscheiden sich dagegen sehr deutlich in den Präferenzspektren des Makrozoobenthos für Gesamteisen: niedrige Schwerpunktkonzentrationen für anorganisch dominierte Gewässertypen und hohe Schwerpunktkonzentrationen für organisch dominierte Gewässertypen (Huminstoffeinfluss auf Bioverfügbarkeit).
3. Gemittelte relative Abundanz aller Makrozoobenthos-Taxa fällt bereits oberhalb einer Gesamteisenkonzentration von 0,62 mg/l in anorganisch dominierten Gewässertypen und von 0,85 mg/l in organisch dominierten Gewässertypen unter 30 %; größte relative Abundanzen der Gesamtheit aller Taxa: in anorganisch dominierten Gewässertypen bei Gesamteisenkonzentration unter 0,08 mg/l und in organisch dominierten Gewässertypen unter 0,21 mg/l.
4. Die meisten taxonomischen Gruppen reagieren empfindlich und gleichartig auf erhöhte Gesamteisenkonzentrationen; davon stark abweichend: Bivalvia (Muscheln) und Diptera (Zweiflügler); sie haben im Durchschnitt durch deutlich höhere Gesamteisen-Schwerpunktkonzentrationen sowie besonders große Unterschiede innerhalb der Gruppen im Hinblick auf die taxaspezifischen Präferenzspektren für Gesamteisen; in beiden Gruppen gibt es sowohl Eisen meidende als auch von Eisen profitierende Taxa
5. Gesamtspannweite der Konsequenzen erhöhter Eisenkonzentrationen für das Makrozoobenthos ist sehr groß (von starker Beeinträchtigung bis zu profitierenden Taxa)
6. Auswertungen der längszonalen Präferenzen legen Zusammenhang der Eisenwirkungen mit den Taxa spezifischen Anforderungen an die Atmungsbedingungen (insbes. Temperatur abhängiger Sauerstoffgehalt und Sauerstoffbedarf sowie strömungsabhängige Sauerstoffversorgung) nahe: je höher die Anforderungen sind (z.B. bei krenalen bis metarhithralen Taxa), desto empfindlicher scheinen die Organismen tendenziell auch auf erhöhte Eisenbelastungen zu reagieren
7. Auswertungen der Strömungspräferenzen zeigen klare Abfolge der Gesamteisen-Schwerpunktkonzentrationen in Abhängigkeit vom Grad der strömungsbezogenen Sten- bzw. Euryökie: je anpassungsfähiger (euryöker) eine Art im Hinblick auf unterschiedliche Strömungsverhältnisse ist, desto größer ist offenbar die Wahrscheinlichkeit, dass sie auch mit erhöhten Eisenkonzentrationen zurechtkommt oder sogar von ihnen profitieren kann
8. Habitatpräferenzen: Feinsubstratbesiedler erfüllen am ehesten die notwendigen Voraussetzungen, um in eisenreichen Fließgewässern hohe Abundanzen zu erreichen; verantwortlich dafür: whrscheinlich die i.d.R. geringeren Anforderungen der Feinsubstratbesiedler an die Atmungsbedingungen
9. Ernährungstypen: Weidegänger => besonders eisenempfindlich; aktive Filtrierer => eisentoleranteste Gruppe; Ursachen: Weidegänger leiden unter Verringerung des Algenaufwuchses als Nahrungsgrundlage in Kombination mit Belastungen der Atmungsorgane; dagegen können aktive Filtrierer wahrscheinlich von ihren speziellen Reinigungsmöglichkeiten für ihre als Nahrungsfiler dienenden Atemorgane profitieren.
10. Güte- und Störungszeiger des Deutschen Fauna-Index (DFI): bei den meisten Fließgewässertypen dürften erhöhte Gesamteisenkonzentrationen die DFI-Bewertung verschlechtern; dagegen ist aber in besonders gefällearmen Tieflandgewässern damit zu rechnen, dass der DFI nicht mit einem schlechteren Bewertungsergebnis reagiert, sondern unter Umständen sogar ein besseres Ergebnis ausgibt; => Überprüfungsbedarf für diese DFI-Typen hinsichtlich der Zuweisungen der Taxa zu den Listen der Güte- und Störungszeiger

11. Saprobie-Indikatoren: Gruppe der Saprobie-Indikatoren mit Indexwerten zwischen 2,5 und 2,9 zeigt höchste Toleranz gegenüber erhöhten Gesamteisenkonzentrationen; Taxa mit noch höheren saprobiellen Indexwerten reagieren wieder empfindlicher; Konsequenz: Saprobiebewertungsergebnis könnte bei geringen bis mäßigen saprobiellen Belastungen durch eine zusätzliche Eisenbelastung negativer ausfallen, bei hohen bis sehr hohen saprobiellen Belastungen kann eine zusätzliche Eisenbelastung dagegen das Ergebnis der Saprobiebewertung antagonistisch beeinflussen, d. h. dazu führen, dass eine geringere Saprobie als tatsächlich vorliegt, indiziert wird

Zur Prüfung der Plausibilität der ermittelten Zusammenhänge zwischen der Gesamteisenkonzentration und den Besiedlungsverhältnissen des Makrozoobenthos bzw. den abgeleiteten Gesamteisen-Typen wurde getestet, wie gut diese sich (für anorganisch und organisch dominierte Gewässertypen) eignen, um die mittleren Gesamteisen-Jahreskonzentrationen der beprobten Gewässer zu indizieren. Dazu wurde ein Indikatorischer Kennwert für jede Probe des ausgewerteten Datensatzes berechnet. Im Ergebnis dessen hat sich gezeigt, dass die vorgenommene Gesamteisen-Typisierung des Makrozoobenthos für die Bioindikation von Gesamteisenbelastungen prinzipiell geeignet ist, auch wenn auf diese Weise nicht die genaue Gesamteisenkonzentration einer Probestelle bioindiziert werden kann.

Im Rahmen der Datenauswertungen zur Ableitung der Orientierungswertvorschläge hat sich gezeigt, dass die Konsequenzen erhöhter Eisenkonzentrationen für die ökologischen Zustandseinstufungen mittels der biologischen Bewertungsverfahren im Unterschied zu den meisten anderen allgemeinen physikalisch-chemischen Parametern (ACP) keinen einheitlichen Trend über alle Fließgewässertypgruppen und Qualitätskomponenten hinweg zeigen. Es wird sehr deutlich, dass die eingangs beschriebenen und durch die Ergebnisse der Indikatorauswertungen gut belegbaren Hauptwirkungen von Eisen auf Atmung, Trophie und Nahrungsnetze bei den standardisierten biologischen Bewertungsverfahren teilweise gegenläufige Ergebnisse verursachen. Während sich die Verschlechterung der Atmungsbedingungen vor allem auf die Bewertung von tierischen Organismen und hier v. a. auf Zönosen mit typischerweise hohen Anforderungen an die Sauerstoffversorgung deutlich negativ auswirkt (Mittelgebirgsbäche), hat die Trophie und sekundär auch Saprobie mindernde Eisenwirkung vor allem für die langsam durchströmten Gewässer des Tieflands eine gegenteilige, d.h. verbesserte ökologische Bewertungseinstufung zur Folge. Eine solche mit den biologischen Bewertungsverfahren berechnete bessere Bewertung von stark eisenhaltigen Fließgewässern ist jedoch dahingehend zu hinterfragen, ob hier nicht die Standardbewertungsverfahren versagen, weil sie bestimmte Artenverarmungen und/oder Abundanzveränderungen nicht berücksichtigen, die durch die auf Taxa-Ebene eindeutig indizierbaren schädigenden Eisenwirkungen verursacht werden. Ein durch Gehölzbeschattung und Nährstoffarmut gekennzeichnetes Fließgewässer kann somit nicht die gleiche Besiedlung wie ein durch erhöhten Eisengehalt oligotrophes und oligosaprobies Gewässer haben, auch wenn die Bewertungsverfahren in beiden Fällen einen guten oder besseren ökologischen Zustand anzeigen. Daher sei hier die Notwendigkeit einer abschließenden Expertenbeurteilung und ggf. -korrektur ausdrücklich betont.

Der LAWA-Expertenkreis Fließgewässer hat sich vor diesem Hintergrund entschieden, auch für die Gewässertypen einen Orientierungswert festzulegen, für die aus den nachfolgend nochmals aufgelisteten Gründen keine direkte datenbasierte Schwellenwertableitung möglich war:

- Die taxaspezifischen Auswertungen der Gesamteisenpräferenzen haben ergeben, dass die Mehrzahl aller Taxa des Makrozoobenthos durch erhöhte Eisenkonzentrationen in ihren Beständen zurück gehen, d.h. dass eine Beeinträchtigung der Organismen durch erhöhte Eisenkonzentrationen der Normalfall ist.

- Auch wenn sich diesbezüglich ein relativ klarer Unterschied zwischen den deutlich empfindlicheren Mittelgebirgstaxa und den vornehmlich im Tiefland lebenden Arten gezeigt hat, gilt diese Aussage auch für die meisten Tieflandtaxa. Zudem gibt es auch hier besonders empfindlich auf erhöhte Eisenkonzentrationen reagierende Arten.
- Es wird davon ausgegangen, dass die biologischen Bewertungsverfahren bei den LAWA-Fließgewässertypen 9.2, 10, 11, 14, 16 und 19 deshalb die Belastungswirkungen erhöhter Eisenkonzentrationen nicht durch entsprechend verschlechterte Bewertungsergebnisse anzeigen, weil hier offenkundig die Abundanzrückgänge der empfindlicheren Taxa weniger ins Gewicht fallen (abhängig von den biol. Bewertungsverfahren), als die Trophie senkende Eisenwirkung. Im Falle der Typen 11 und 19 kommt hinzu, dass bei ihnen die typspezifisch als Gütezeiger des Deutschen Fauna-Index (DFI) eingestuft Taxa im Durchschnitt besser mit erhöhten Gesamteisenkonzentrationen als die Störungszeiger zurechtzukommen scheinen (s. Kap. 4.8).
- Die biologischen Bewertungsverfahren sind Bewertungshilfen, die stets weiter entwickelt werden und die abschließende Experteneinstufung des ökologischen Zustands nicht ersetzen sollen und können. Ein Orientierungswert ist daher für diejenigen Fälle (Proben des Monitorings) als Warnwert zu verstehen, bei denen trotz Überschreitung eine gute oder bessere ökologische Zustandsklasse berechnet wird. Sofern hier dennoch relevante Arten- und/oder Abundanzdefizite erkennbar sind, sollte ggf. eine entsprechende Abstufung der ökologischen Zustandsklasse vom Experten vorgenommen werden.

Die Größenordnungen der im vorliegenden Projekt abgeleiteten sowie der harmonisierten Orientierungswertvorschläge (**0,7 und 1,8 mg/l Gesamteisen**) stimmen sehr gut mit den von WFD-UKTAG 2012 (Großbritannien), ebenfalls basierend auf realen Makrozoobenthosvorkommen, aber auf völlig andere Weise abgeleiteten Schwellenwertempfehlungen überein. Es wurde ein Schwellenwert zum Schutz der empfindlichsten Taxa in Höhe von 0,73 mg/l Gesamteisen und ein Wert in Höhe von 1,83 mg/l Gesamteisen zum Schutz kompletter Biozönosen abgeleitet. Die Autoren empfehlen den strengeren Wert als Umweltqualitätsstandard festzulegen, da beide Werte nicht unter Berücksichtigung von toxizitätsbeeinflussenden Faktoren, wie z.B. dem Gehalt an Huminstoffen ermittelt worden seien. Daher bestünde die Gefahr, dass die Schwellenwerte unter sensitiven Bedingungen (z.B. geringer Huminstoffgehalt) nicht scharf genug seien.

IDUS (2012) ermitteln 10%-Effektkonzentrationen für Gesamteisen in Höhe von 1,0 mg/l sowie 10%-Effektkonzentrationen, die bei 1,2 mg/l Gesamteisen liegen. Diese Werte liegen damit in derselben Größenordnung der hier abgeleiteten Schwellenwerte und innerhalb der Spanne der beiden harmonisierten Orientierungswertempfehlungen.

9 Literatur

AbwV (2009): Verordnung über Anforderungen an das Einleiten von Abwasser in Gewässer (Abwasserverordnung AbwV), Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit BMU; "Abwasser-verordnung in der Fassung der Bekanntmachung vom 17. Juni 2004 (BGBl. I S. 1108, 2625), die zu-letzt durch Artikel 20 des Gesetzes vom 31. Juli 2009 (BGBl. I S. 2585) geändert worden ist".

AG „Flussgebietsbewirtschaftung Spree-Schwarze Elster“ (2009): Grundsätze für die länderübergreifende Bewirtschaftung der Flussgebiete Spree, Schwarze Elster und Lausitzer Neiße“ (Stand: 24.04.2009).

AGA (1991): Allgemeine Güteanforderungen für Fließgewässer (AGA), Entscheidungshilfe für die Wasserbehörden in wasserrechtlichen Erlaubnisverfahren, Runderlass des Ministeriums für Umwelt, Raumordnung und Landwirtschaft NRW vom 14.5.91, Ministerialblatt für das Land Nordrhein-Westfalen Nr. 42 vom 3.Juli 1991.

BMLF (1995): Entwurf zur Verordnung des Bundesministers für Land- und Forstwirtschaft betreffend die all-gemeine Beschränkung von Immissionen in Fließgewässern (Allgemeine Immissionsverordnung Fließgewässer – AlmVF), Bundesminister für Land- und Forstwirtschaft der Republik Österreich (Stand 18.08.1995).

Dussling, U. (2014a): fiBS – Softwareanwendung, zum Bewertungsverfahren aus dem Verbundprojekt: Erforderliche Probenahmen und Entwicklung eines Bewertungsschemas zur fischbasierten Klassifizierung von Fließgewässern gemäß EG-WRRL:

<http://www.lazbw.de/pb/,lde/startseite/fischereiforschungsstelle/wasserrahmenrichtlinie>.

Dussling, U. (2014b): Dokumentation zu fiBS. Erhältlich im Download mit DUSSLING, U. (2014a).

Dussling, U. (2009): Handbuch zu fiBS. – Schriftenreihe des Verbandes Deutscher Fischereiverwaltungsbeamter und Fischereiwissenschaftler e.V., Heft 15.

EAIK & SNIFFER (2007): Proposed EQS for Water Framework Directive Annex VIII substances: iron (total dissolved); Environment Agency UK & Scotland & Northern Ireland, Forum for Environmental Research, 2007.

EPA (U.S. Environmental Protection Agency) (1998): Update of Ambient Water Quality Criteria for Ammonia. Office of Water. EPA 822-R- 98-008. Washington, D. C. 148 p.

Goldfeld, Stephen M.; Quandt, R. E. (1965): „Some Tests for Homoscedasticity“. Journal of the American Statistical Association 60 (310): 539–547.

GrwV (2010): Verordnung zum Schutz des Grundwassers (Grundwasserverordnung GrwV); Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit BMU "Grundwasserverordnung vom 9. November 2010 (BGBl. I S. 1513)".

Halle, M. und A. Müller (2014): LAWA-Projekt O 3.12: Korrelation zwischen biologischen Qualitätskomponenten und allgemeinen physikalisch-chemischen Parametern. Endbericht. Erarbeitet im Rahmen des Länderfinanzierungsprogramms „Wasser, Boden und Abfall“, Download unter [http://www.laenderfinanzierungsprogramm.de/cms/WaBoAb_prod/WaBoAb/Vorhaben/LAWA/Vorhaben_des_Ausschusses_Oberflaechengewasser_und_Kuestengewasser_\(AO\)/O_3.12/LAWA_ACP_Projekt_O3.12_Endbericht_17Apr2014.pdf](http://www.laenderfinanzierungsprogramm.de/cms/WaBoAb_prod/WaBoAb/Vorhaben/LAWA/Vorhaben_des_Ausschusses_Oberflaechengewasser_und_Kuestengewasser_(AO)/O_3.12/LAWA_ACP_Projekt_O3.12_Endbericht_17Apr2014.pdf)

Hothorn T, Hornik K, Zeileis A (2006). "Unbiased Recursive Partitioning: A Conditional Inference Framework." Journal of Computational and Graphical Statistics, 15(3), 651–674.

- IA-DNR (2005): Iron Criteria and Implementation for Iowa Surface Waters, Iowa Department of Natural Resources, 28.11.2005.
- IDUS (2012): Qualitative und quantitative Beeinflussung von Fließgewässerorganismen durch Eisen, Bericht zu einem Werkvertrag im Auftrag des Sächsischen Landesamtes für Umwelt, Landwirtschaft und Geologie (LfULG), erarbeitet vom IDUS Biologisch Analytischen Umweltlabor GmbH und dem Institut für Wasser und Boden Dr. Uhlmann (NAN), 12.08.2012.
- Kirkpatrick, S.; Gelatt, C. D. Jr. & M. P. Vecch (1983): Optimization by Simulated Annealing. Science Vol. 220 (4598), S. 671-680.
- Kruskal, W.H.; Wallis, W.A. (1952): „Use of ranks in one-criterion variance analysis“. Journal of the American Statistical Association 47 (260): 583–621.
- Kruspe, R.; Neumann, J.; Opitz, M.; Theiss, S.; Uhlmann, W. & K. Zimmermann (2014): Fließgewässerorganismen und Eisen - Qualitative und quantitative Beeinflussungen von Fließgewässerorganismen durch Eisen am Beispiel der Lausitzer Braunkohlenfolgelandschaft. Schriftenreihe des LfULG, Heft 35/2014.
- Kunzig, R. (2004): Der unsichtbare Kontinent. Die Entdeckung der Meerestiefe. Piper Verlag GmbH, München August 2004.
- LAWA (1998): Empfehlungen der Länderarbeitsgemeinschaft Wasser zur „Beurteilung der Wasserbeschaffenheit von Fließgewässern in der Bundesrepublik Deutschland“.
<http://www.umweltbundesamt.de/themen/wasser/gewaesser/fluesse/ueberwachung-bewertung/chemisch>).
- LAWA-AO – Bund/Länder-Arbeitsgemeinschaft Wasser: Ständiger Ausschuss „Oberirdische Gewässer und Küstengewässer“ (2007): Rahmenkonzeption Monitoring (RaKon) Teil B - Bewertungsgrundlagen und Methodenbeschreibungen. Arbeitspapier II: Hintergrund- und Orientierungswerte für physikalisch-chemische Komponenten. 13 S..
- LAWA-AO – Bund/Länder-Arbeitsgemeinschaft Wasser: Ständiger Ausschuss „Oberirdische Gewässer und Küstengewässer“ (2014): Rahmenkonzeption Monitoring (RaKon) Teil B - Bewertungsgrundlagen und Methodenbeschreibungen, Arbeitspapier II Hintergrund- und Orientierungswerte für physikalisch-chemische Qualitätskomponenten zur unterstützenden Bewertung von Wasserkörpern entsprechend EG-WRRL. Stand 19.02.2014 (<http://www.wasserblick.net/servlet/is/142684/?highlight=rakon>, abgerufen am 21.10.2014)
- Levene, Howard (1960): in Ingram Olkin, Harold Hotelling et al. (Hrsg.): „Contributions to Probability and Statistics: Essays“ in Honor of Harold Hotelling. Stanford University Press. 278–292.
- Mann, H. B.; Whitney, D. R. (1947): „On a Test of Whether one of Two Random Variables is Stochastically Larger than the Other“. Annals of Mathematical Statistics 18 (1): 50–60.
- McGill, R.; Tukey, J. W.; Larsen, W. A. (1978): „Variations of box plots“. The American Statistician 32, 12-16.
- Meier, C., Böhmer, J., Biss, R.; Feld, C., Haase, P., Lorenz, A., Rawer-Jost, C., Rolauffs, P., Schindehütte, K., Schöll, F., Sundermann, A., Zenker, A. & Hering, D. (2006a): Weiterentwicklung und Anpassung des nationalen Bewertungssystems für Makrozoobenthos an neue internationale Vorgaben. Abschlussbericht im Auftrag des Umweltbundesamtes.
- Meier, C., Böhmer, J., Peter Rolauffs, P. und D. Hering (2006b): Kurzdarstellungen „Bewertung Makrozoobenthos“ & „Core Metrics Makrozoobenthos“ für das deutsche Bewertungsverfahren PERLODES (<http://www.fliessgewaesserbewertung.de>;

abgerufen am 15.01.2015)

MEPBC (2008): Ambient Water Quality Guidelines for Iron, Ministry of Environment, Province of British Columbia; prepared by Phippen B., Horvath C., Nordin R., Nagpal N., Science and Information Branch Water Stewardship Division, 28.02.2008.

Metropolis, N.; Rosenbluth, A.; Rosenbluth, M.; Teller, A. & E. Teller (1953): Equation of State Calculations by Fast Computing Machines. J. Chem. Phys. 21. 1087 (1953).

Müller, A., Halle, M., Schütz, C.: Systematische Ermittlung von Fließgewässer- und Talbodengefällen. Wasser und Abfall, 10/2010, 18-24

OGewV (2011): Verordnung zum Schutz der Oberflächengewässer (Oberflächengewässerverordnung), Bundesregierung der Bundesrepublik Deutschland, vom 20. Juli 2011 (BGBl. I S. 1429).

RL 2000/60/EG (2001): Richtlinie des Europäischen Parlaments und des Rates vom 23. Oktober 2000 zur Schaffung eines Ordnungsrahmens für Maßnahmen der Gemeinschaft im Bereich der Wasserpolitik (EU-WRRL), geändert durch: Entscheidung Nr. 2455/2001/EG des Europäischen Parlaments und des Rates vom 20. November 2001. ABl. L 331 1 15.12.2001.

RL 2006/118/EG (2006): Richtlinie des europäischen Parlaments und des Rates vom 12. Dezember 2006 zum Schutz des Grundwassers vor Verschmutzung und Verschlechterung, Amtsblatt der Europäischen Union L 372/19, 27.12.2006; zuletzt berichtigt im Abl. L 139/39 vom 31.5.2007.

RL 2006/44/EG (2006): Richtlinie des Europäischen Parlaments und des Rates vom 6. September 2006 über die Qualität von Süßwasser, das schutz- oder verbesserungsbedürftig ist, um das Leben von Fischen zu erhalten, Amtsblatt der Europäischen Union L 264/20, 25.9.2006.

RL 2006/7/EG (2006): Richtlinie des europäischen Parlaments und des Rates vom 15. Februar 2006 über die Qualität der Badegewässer und deren Bewirtschaftung und zur Aufhebung der Richtlinie 76/160/EWG, Amtsblatt der Europäischen Union L 64/37, 4.3.2006.

RL 2008/105/EG (2008): Richtlinie des Europäischen Parlaments und des Rates über Umweltqualitätsnormen im Bereich der Wasserpolitik und zur Änderung und anschließenden Aufhebung der Richtlinien des Rates 82/176/EWG, 83/513/EWG, 84/156/EWG, 84/491/EWG und 86/280/EWG sowie zur Änderung der Richtlinie 2000/60/EG vom 16. Dezember 2008, Amtsblatt der Europäischen Union.

RL 75/440/EWG (1975): Richtlinie des Rates vom 16. Juni 1975 über die Qualitätsanforderungen an Oberflächengewässer für die Trinkwassergewinnung in den Mitgliedsstaaten, Amtsblatt der Europäischen Gemeinschaften Nr. L 194/34, 25.7.1975.

RL 76/160/EWG (1976): Richtlinie des Rates vom 08.12.1975 über die Qualität der Badegewässer, Amtsblatt der Europäischen Gemeinschaften Nr. L 31/1 vom 05.02.1976.

RL 78/659/EWG (1978): Richtlinie „Qualität von Süßwasser, das schutz- oder verbesserungsbedürftig ist, um das Leben von Fischen zu erhalten“.

RL 98/83/EG (1998): Richtlinie des Rates vom 3. November 1998 über die Qualität von Wasser für den menschlichen Gebrauch, Amtsblatt der Europäischen Gemeinschaften L 330/32, 5.12.98.

SächsFischgewV (1997): Verordnung des Sächs. Staatsministeriums für Umwelt und Landesentwicklung zur Umsetzung der Richtlinie 78/659/EWG über die Qualität von Süßwasser, das schutz- oder verbesserungsbedürftig ist, um das Leben von Fischen zu erhalten (SächsFischgewV) vom 03.07.1997, Zuletzt geändert durch Artikel 2 der Verordnung vom 23. November 2001.

- SächsWG (2010): Sächsisches Wassergesetz, Sächsisches Staatsministerium für Umwelt und Landwirtschaft, Rechtsbereinigt mit Stand vom 19. Oktober 2010.
- SächsWRRLVO (2004): Verordnung des Sächsischen Staatsministeriums für Umwelt und Landwirtschaft zur Bestandsaufnahme, Einstufung und Überwachung der Gewässer (Sächsische Wasserrahmenrichtlinienverordnung – SächsWRRLVO) vom 7. Dezember 2004, rechtsbereinigt mit Stand vom 1. August 2008.
- Schaumburg, J., Schranz, C., Stelzer, D., Vogel, A. und A. Gutowski (2012): Verfahrensanleitung für die ökologische Bewertung von Fließgewässern zur Umsetzung der EG-Wasserrahmenrichtlinie: Makrophyten & Phytobenthos, Stand Januar 2012, Bayrisches Landesamt für Umwelt, Augsburg. (http://www.lfu.bayern.de/wasser/gewaesserqualitaet_seen/phylib_deutsch/verfahrensanleitung/index.htm).
- Shapiro, S. S.; Wilk, M. B. (1965): „An analysis of variance test for normality (complete samples)“. *Biometrika* 52 (3-4): 591–611.
- TGL 22764 (1982): Klassifizierung der Wasserbeschaffenheit von Fließgewässern, Technische Normen, Gütevorschriften und Lieferbedingungen, Ministerium für Umweltschutz und Wasserwirtschaft, 1982.
- TGL 27885/01 (1982): Stehende Binnengewässer – Klassifizierung; Technische Normen, Gütevorschriften und Lieferbedingungen, Ministerium für Umweltschutz und Wasserwirtschaft der DDR; Berlin, April 1982.
- Trimmel, H. (1968): Höhlenkunde, 300 pp, 88 illus, F. Vieweg & Sohn, Braunschweig p 245.
- TrinkwV (2001): Verordnung über die Qualität von Wasser für den menschlichen Gebrauch (Trinkwasserverordnung TrinkwV 2001); Bundesministerium für Gesundheit, Bundesministerium für Verbraucherschutz, Ernährung und Landwirtschaft "Trinkwasserverordnung in der Fassung der Bekanntmachung vom 28. November 2011 (BGBl. I S. 2370), die durch Artikel 2 Absatz 19 des Gesetzes vom 22. Dezember 2011 (BGBl. I S. 3044) geändert worden ist".
- TrinkwV (Trinkwasserverordnung) in der Fassung der Bekanntmachung vom 2. August 2013 (BGBl. I S. 2977), „die durch Artikel 4 Absatz 22 des Gesetzes vom 7. August 2013 (BGBl. I S. 3154) geändert worden ist“.
- Tukey, J. W. (1977): *Exploratory Data Analysis*“, Addison-Wesley.
- UK-TAG (2008): Directive Proposals for Environmental Quality Standards for Annex VIII Substances, UK Technical Advisory Group on the Water Framework, Final January 2008 (Revised June 2008).
- Universität Duisburg Essen (2013): ASTERICS - einschließlich Perloides (deutsches Bewertungssystem auf Grundlage des Makrozoobenthos) Version 4. Software-Handbuch (<http://www.fliessgewaesserbewertung.de>).
- US-EPA (1986): Quality Criteria for Water 1986; United States Environmental Protection Agency, EPA 440/5-86-001, 01.05.1986.
- WFD-UKTAG (Water Framework Directive - United Kingdom Technical Advisory Group - SNIFFER)(2012): „Proposed Quality Standards for Iron in Freshwaters based on Field Evidence (For consultation).“ The report is the result of research commissioned and funded by the Environment Agency. Authors: Adam Peters, Graham Merrington, Peter Simpson, and Mark Crane. www.wfduk.org.
- WHG (2009): Gesetz zur Ordnung des Wasserhaushalts "Wasserhaushaltsgesetz, Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit BMU vom 31. Juli 2009 (BGBl. I S. 2585), das durch Artikel 2 Absatz 67 des Gesetzes vom 22. Dezember 2011 (BGBl. I S. 3044) geändert worden ist“.
- Wilcoxon, F. (1945): „Individual comparisons by ranking methods“. *Biometrics*

Bulletin 1 (6): 80–83.

10 Abkürzungsverzeichnis

ACP	Allgemeine physikalisch-chemische Parameter gemäß der allgemeinen physikalisch-chemischen Qualitätskomponenten der WRRL Anhang V
Al _{ges.}	Aluminium (gesamt)
ANORG	Anorganisch dominierte Gewässertypen
AV	Alpenvorland
AWB	Künstlicher Wasserkörper (Artificial Waterbody)
BSB ₅	Biochemischer Sauerstoffbedarf in 5 Tagen
Ca	Calcium (Kalzium)
Ca ²⁺	Calcium-Ion (Kalzium-Ion)
DFI	Deutscher Faunaindex nach Meier et al. (2006a/b)
DMS	Dimethylsulfid
Fe	Eisen
Fe ²⁺	Zweifach positiv geladenes Eisen-Kation
Fe _{gel}	Eisen Gelöst
Fe _{ges}	Eisen Gesamt
Fe(OH) ₃	Eisenhydroxid
Fe ₂ O ₃	Eisen(III)-oxid
FeOOH	Eisen(oxid)hydroxid
FeS	Eisen(II)-sulfid (als natürliches Mineral: Pyrrhotin)
FeS ₂	Eisen(II)-disulfid (als natürliches Mineral: Pyrit und Markasit)
FeTyp	Kürzel im Spaltenkopf der Anhangs-Tabelle für den Eisen-Typ eines Taxons (Herleitung s. Kap. 5)
H ⁺	Wasserstoff-Proton
H ₂ O	Wasser
H ₂ S	Schwefelwasserstoff
HCO ₃ ⁻	Hydrogencarbonat
HMWB	Erheblich veränderter Wasserkörper (Heavily Modified Waterbody)
IC10/20/50	mittels toxikologischer Tests und Modellrechnungen ermittelbare statistische Größe der Stoffkonzentration, die bei 10, 20 bzw. 50% der Versuchspopulation eine definierte inhibitorische Wirkung verursacht
IK _{anorg}	Indikatorischer Kennwert für anorganisch dominierte Gewässertypen
IK _{org}	Indikatorischer Kennwert für organisch dominierte Gewässertypen
IK _{kar}	Indikatorischer Kennwert für karbonatische Gewässertypen
IK _{sil}	Indikatorischer Kennwert für silikatische Gewässertypen
IndDez_K11	Kürzel im Spaltenkopf der Anhangs-Tabelle für die Indikatordezimalzahl der Konzentrationsklasse 1 eines Taxons (Herleitung s. Kap. 4.3)

IndX	Kürzel im Spaltenkopf der Anhangs-Tabelle für den Gesamteisen-Index eines Taxons (Herleitung s. Kap. 4.3)
K	Kalium
K ⁺	Kalium-Ion
KAR	Karbonatische Gewässertypen
“2kB“	Beispiel-Code für den Eisen-Typ eines Taxons, dessen Schwermetallkonzentration in der SWP-K-Klasse 2 (gering) liegt und dessen Eisen-Spezifität der Klasse B (mittel) zuzurechnen ist
LAWA	Bund/Länder-Arbeitsgemeinschaft Wasser
LAWA-AO	Ausschuss Oberflächengewässer und Küstengewässer der LAWA
LB	Limnobiote; Taxa, die strömungsarme Habitats benötigen
LfULG	Sächsisches Landesamt für Umwelt, Landwirtschaft und Geologie
LP	Limnophile; Taxa, die strömungsarme Habitats bevorzugen
LR	Limno- bis Rheophile; Taxa, die strömungsarme bis mäßig durchströmte Habitats bevorzugen
Mg	Magnesium
mg/l	Milligramm pro Liter
MZB	Makrozoobenthos
Na	Natrium
Na ⁺	Natrium-Ion
NT	Norddeutsches Tiefland
NWB	Natürlicher Wasserkörper (Natural Waterbody)
O ₂	Sauerstoff
ORG	Organisch dominierte Gewässertypen
OWK	Oberflächenwasserkörper
pH-Wert	Negativer dekadischer Logarithmus der Wasserstoffionen-Aktivität
PoD	Phytobenthos ohne Diatomeen nach Schaumburg et Al. (2012)
POM	Partikuläres organisches Material, bzw. bei Habitatpräferenzen Taxa, die bevorzugt Partikuläres organisches Material besiedeln
RaKon	Rahmenkonzeption Monitoring (LAWA-AO 2007 und 2014)
RB	Rheobiote; strömungsabhängige Taxa
RL	Rheo- bis Limnophile bis; Taxa, die mäßig durchströmte bis strömungsarme Habitats bevorzugen
RP	Rheophile; strömungsliebende Taxa
SGD	Staatliche Geologische Dienste von Deutschland
SIL	Silikatische Gewässertypen
S-Index	Spezifitätsindex, der ein Maß für die Spezifität bzw. ökologische Potenz/Toleranz eines Taxons gegenüber einem Habitatfaktor (hier Fe _{ges}) darstellt (Herleitung s. Kap. 4.3)

SNK	Säureneutralisationskapazität
SWP-K	Schwerpunktkonzentration eines Taxons oder einer Taxagruppe; die SWP-K ist diejenige Konzentration eines Stoffes (hier Fe_{ges}) unterhalb und oberhalb derer jeweils die Hälfte der relativen Gesamtabundanz des Taxons / der Taxagruppe bezogen auf alle ausgewerteten Proben liegen
SWP_K	Kürzel im Spaltenkopf der Anhangs-Tabelle für Schwerpunktkonzentration eines Taxons
TrinkWV	Trinkwasserverordnung (TrinkWV 2013)
WRRL	Wasserrahmenrichtlinie (Richtlinie 2000/60/EG)

ANHANG

A1 Liste der Makrozoobenthos-Taxa mit abgeleiteten Gesamteisen-Präferenzen für anorganisch dominierte Gewässertypen (ohne übergeordnete taxonomische Ebenen)

A2 Liste der Makrozoobenthos-Taxa mit abgeleiteten Gesamteisen-Präferenzen für organisch dominierte Gewässertypen (ohne übergeordnete taxonomische Ebenen)

A1 Liste der Makrozoobenthos-Taxa mit abgeleiteten Gesamteisen-Präferenzen für anorganisch dominierte Gewässertypen

ID_ART	DV_NR	Taxonname	Taxagruppe	FeTyp	SWP-K-Kl	Spez_Kl	Spezifizität	SWP_K [mg/l]	IndX	dezIndP_K11	dezIndP_K12	dezIndP_K13	dezIndP_K14	dezIndP_K15	dezIndP_K16	dezIndP_K17
4934	10557	<i>Diamesa insignipes</i>	Diptera	1aB	1a	B	4,90	0,09	1,81	5,63	2,99	0,28	0,14	0,74	0,23	0,00
5780	401	<i>Leuctra prima</i>	Plecoptera	1aA	1a	A	7,00	0,10	1,87	1,96	7,43	0,62	0,00	0,00	0,00	0,00
5135	131	<i>Ephemerella mucronata</i>	Ephemeroptera	1aB	1a	B	2,24	0,18	2,61	3,35	2,78	1,60	0,82	0,38	0,29	0,78
4327	720	<i>Anomalopterygella chauviniana</i>	Trichoptera	1aB	1a	B	2,14	0,18	2,62	3,26	2,55	1,79	1,02	0,50	0,25	0,63
12550	34	<i>Epeorus assimilis</i>	Ephemeroptera	1aB	1a	B	1,83	0,18	2,64	2,99	2,69	1,86	1,17	0,53	0,23	0,54
6745	731	<i>Rhithrogena semicolorata-Gr.</i>	Ephemeroptera	1aB	1a	B	2,33	0,18	2,67	3,42	2,23	1,66	1,10	0,66	0,39	0,54
6966	667	<i>Taeniopteryx auberti</i>	Plecoptera	1aB	1a	B	2,15	0,19	2,70	3,27	2,71	1,96	0,56	0,10	0,16	1,25
5908	1183	<i>Lumbricus rubellus</i>	Oligochaeta	1aB	1a	B	1,84	0,19	2,72	3,01	2,86	2,08	0,59	0,13	0,11	1,24
18136	350	<i>Hydraena subimpressa</i>	Coleoptera	1aB	1a	B	1,81	0,19	2,73	2,98	2,89	2,02	0,62	0,15	0,16	1,19
17886	10107	<i>Haliplus fulvus</i>	Coleoptera	1aB	1a	B	1,87	0,19	2,73	3,03	2,86	1,97	0,64	0,12	0,16	1,22
8034	1242	<i>Radix ampla</i>	Gastropoda	1aB	1a	B	1,95	0,19	2,74	3,10	2,80	1,93	0,66	0,13	0,11	1,28
4382	10061	<i>Baetis alpinus-Gr.</i>	Ephemeroptera	2aB	2a	B	2,26	0,20	2,74	3,37	2,31	1,80	0,90	0,34	0,29	1,00
4405	10075	<i>Baetis liebenauae</i>	Ephemeroptera	2aB	2a	B	2,09	0,20	2,74	3,22	2,68	1,84	0,65	0,18	0,17	1,26
18696	18	<i>Riolus subviolaceus</i>	Coleoptera	2aB	2a	B	1,92	0,20	2,75	3,07	2,52	1,93	0,89	0,37	0,35	0,86
19319	20350	<i>Coenagrion hylas ssp.</i>	Odonata	2aB	2a	B	1,91	0,20	2,75	3,06	2,78	2,02	0,60	0,13	0,11	1,30
5598	849	<i>Hydropsyche instabilis</i>	Trichoptera	2aB	2a	B	1,79	0,20	2,75	2,97	2,50	1,76	1,04	0,80	0,38	0,55
5367	740	<i>Habroleptoides confusa</i>	Ephemeroptera	2aB	2a	B	1,64	0,20	2,76	2,67	2,83	1,78	1,22	0,60	0,30	0,60
9674	20786	<i>Dasyhelea sp.</i>	Diptera	2aB	2a	B	1,78	0,20	2,76	2,95	2,88	1,99	0,63	0,13	0,17	1,25
5314	917	<i>Glossosoma conformis</i>	Trichoptera	2aB	2a	B	1,73	0,20	2,76	2,92	2,65	1,88	1,01	0,37	0,39	0,79
18617	841	<i>Oreodytes septentrionalis</i>	Coleoptera	2aB	2a	B	1,93	0,20	2,76	3,09	2,71	2,00	0,66	0,13	0,12	1,31
6620	1258	<i>Psammoryctides albicola</i>	Oligochaeta	2aB	2a	B	1,98	0,20	2,76	3,13	2,64	2,04	0,63	0,10	0,17	1,29
18450	20134	<i>Microcara testacea</i>	Coleoptera	2aB	2a	B	1,96	0,20	2,77	3,11	2,76	1,90	0,61	0,13	0,17	1,32
8806	654	<i>Sisyr terminalis</i>	Planipennia	2aB	2a	B	2,11	0,20	2,77	3,24	2,60	1,96	0,55	0,11	0,12	1,41
5985	10270	<i>Micrasema morosum</i>	Trichoptera	2aB	2a	B	2,14	0,20	2,77	3,27	2,55	1,93	0,62	0,14	0,12	1,38
4332	59	<i>Apatania fimbriata</i>	Trichoptera	2aB	2a	B	2,05	0,20	2,77	3,18	2,65	1,95	0,60	0,11	0,12	1,38
4334	161	<i>Apatania sp.</i>	Trichoptera	2aB	2a	B	2,05	0,20	2,77	3,18	2,75	1,82	0,58	0,17	0,12	1,38
4447	10001	<i>Beris sp.</i>	Diptera	2aB	2a	B	2,16	0,20	2,77	3,28	2,55	1,86	0,63	0,13	0,23	1,32
8865	1433	<i>Alboglossiphonia sp.</i>	Hirudinea	2aB	2a	B	2,05	0,20	2,78	3,19	2,63	1,84	0,70	0,16	0,23	1,28
17900	20994	<i>Haliplus sibiricus</i>	Coleoptera	2aB	2a	B	2,03	0,20	2,78	3,17	2,66	1,87	0,60	0,25	0,12	1,34
5117	796	<i>Epeorus alpicola</i>	Ephemeroptera	2aB	2a	B	2,06	0,20	2,78	3,19	2,63	1,92	0,58	0,17	0,12	1,39
5100	432	<i>Enallagma cyathigerum</i>	Odonata	2aB	2a	B	1,81	0,20	2,78	2,98	2,74	2,09	0,60	0,14	0,12	1,33
20204	1569	<i>Crangonyx/Niphargus sp.</i>	Crustacea	2aB	2a	B	1,87	0,20	2,79	3,04	2,63	1,99	0,66	0,34	0,16	1,19
6464	1080	<i>Polycelis nigra</i>	Turbellaria	2aB	2a	B	1,91	0,20	2,79	3,07	2,48	1,88	0,96	0,30	0,34	0,97
5377	582	<i>Halesus rubricollis</i>	Trichoptera	2aB	2a	B	1,76	0,20	2,79	2,94	2,77	2,04	0,66	0,16	0,17	1,28
5045	10368	<i>Ecdyonurus helveticus-Gr.</i>	Ephemeroptera	2aB	2a	B	1,92	0,20	2,80	3,08	2,66	1,97	0,67	0,11	0,18	1,34
6386	458	<i>Philopotamus ludificatus</i>	Trichoptera	2aB	2a	B	2,16	0,20	2,80	3,28	2,15	1,85	0,96	0,43	0,43	0,91
18409	218	<i>Limnebius truncatellus</i>	Coleoptera	2aB	2a	B	1,94	0,20	2,80	3,09	2,61	2,02	0,64	0,14	0,12	1,38
16896	20956	<i>Caenis beskidensis/pseudorivulorum</i>	Ephemeroptera	2aB	2a	B	1,79	0,20	2,80	2,96	2,76	1,76	0,79	0,29	0,41	1,03
19398	243	<i>Rhyacophila dorsalis ssp.</i>	Trichoptera	2aB	2a	B	1,94	0,21	2,81	3,09	2,59	1,95	0,71	0,19	0,17	1,31
4381	276	<i>Baetis alpinus</i>	Ephemeroptera	2aB	2a	B	2,26	0,21	2,81	3,37	2,13	1,76	0,94	0,46	0,35	1,00
17881	410	<i>Haliplus confinis</i>	Coleoptera	2aB	2a	B	1,99	0,21	2,81	3,13	2,73	1,80	0,62	0,15	0,13	1,44
5984	449	<i>Micrasema minimum</i>	Trichoptera	2aB	2a	B	2,03	0,21	2,81	3,17	2,42	1,62	0,97	0,52	0,35	0,95
18418	141	<i>Limnius perrisi</i>	Coleoptera	2aB	2a	B	1,83	0,21	2,81	3,00	2,48	1,78	1,01	0,49	0,35	0,89
18100	10279	<i>Hydraena palustris</i>	Coleoptera	2aB	2a	B	1,92	0,21	2,81	3,08	2,65	1,97	0,65	0,12	0,12	1,42
5489	976	<i>Holocentropus sp.</i>	Trichoptera	2aB	2a	B	1,83	0,21	2,81	3,00	2,68	2,03	0,64	0,13	0,23	1,30
17773	197	<i>Elmis latreillei</i>	Coleoptera	2aB	2a	B	1,90	0,21	2,81	3,06	2,66	1,98	0,63	0,14	0,12	1,41
4409	348	<i>Baetis muticus</i>	Ephemeroptera	2aB	2a	B	1,52	0,21	2,82	2,73	2,41	1,94	1,33	0,62	0,42	0,55
4526	273	<i>Caenis rivulorum</i>	Ephemeroptera	2aB	2a	B	1,59	0,21	2,82	2,62	2,79	2,02	1,00	0,34	0,43	0,81
10331	705	<i>Dixa nebulosa</i>	Diptera	2aB	2a	B	1,85	0,21	2,82	3,02	2,71	1,99	0,55	0,22	0,18	1,35

5956	857	<i>Melampophylax mucoreus</i>	Trichoptera	2aB	2a	B	1,61	0,21	2,82	2,81	2,66	2,01	0,87	0,34	0,34	0,97
4460	1398	<i>Bithynia leachii leachii</i>	Gastropoda	2aB	2a	B	2,41	0,21	2,82	3,49	1,64	1,74	1,28	0,69	0,48	0,68
7849	10188	<i>Simulium trifasciatum</i>	Diptera	2aB	2a	B	1,84	0,21	2,83	3,00	2,53	2,05	0,76	0,24	0,12	1,31
6589	683	<i>Prosimulium latimucro</i>	Diptera	2aB	2a	B	1,96	0,21	2,83	3,11	2,65	1,88	0,64	0,12	0,13	1,47
17580	20245	<i>Berosus spinosus</i>	Coleoptera	2aB	2a	B	1,91	0,21	2,83	3,07	2,57	1,97	0,71	0,14	0,12	1,41
14467	10352	<i>Chrysopilus sp.</i>	Diptera	2aB	2a	B	1,79	0,21	2,83	2,97	2,45	1,94	0,98	0,30	0,38	0,99
18048	951	<i>Hydraena dentipes</i>	Coleoptera	2aB	2a	B	2,00	0,21	2,83	3,15	2,08	1,74	1,28	0,53	0,54	0,68
17778	291	<i>Elmis rioloides</i>	Coleoptera	2aB	2a	B	1,85	0,21	2,84	3,01	2,27	1,95	1,01	0,52	0,34	0,90
17593	19	<i>Brychius elevatus</i>	Coleoptera	2aB	2a	B	1,72	0,21	2,84	2,90	2,46	1,89	1,03	0,43	0,45	0,85
18117	643	<i>Hydraena saga</i>	Coleoptera	2aB	2a	B	1,83	0,21	2,85	3,00	2,62	1,93	0,79	0,12	0,13	1,42
10628	5972	<i>Cladocera Gen. sp.</i>	Crustacea	2aB	2a	B	1,84	0,21	2,85	3,00	2,35	1,88	1,04	0,34	0,42	0,97
10349	575	<i>Dixella sp.</i>	Diptera	2aB	2a	B	1,86	0,21	2,85	3,03	2,64	1,89	0,61	0,15	0,44	1,25
4441	934	<i>Beraea pullata</i>	Trichoptera	2aB	2a	B	2,04	0,21	2,85	3,18	1,90	1,81	1,35	0,55	0,50	0,71
6850	536	<i>Simulium noelleri</i>	Diptera	2aB	2a	B	1,71	0,21	2,85	2,89	2,53	1,73	1,09	0,45	0,38	0,93
4251	55	<i>Agapetus fuscipes</i>	Trichoptera	2aB	2a	B	1,90	0,21	2,85	3,06	2,39	1,78	0,96	0,43	0,33	1,06
5751	275	<i>Leuctra braueri</i>	Plecoptera	2aB	2a	B	1,74	0,21	2,86	2,92	2,37	2,00	1,02	0,34	0,38	0,99
9712	10995	<i>Atrichopogon sp.</i>	Diptera	2aB	2a	B	1,80	0,21	2,86	2,97	2,33	1,96	1,00	0,34	0,39	1,01
8696	1207	<i>Proasellus meridianus</i>	Crustacea	2aB	2a	B	1,80	0,21	2,86	2,97	2,40	1,92	0,94	0,34	0,37	1,06
5770	20383	<i>Leuctra inermis-Gr.</i>	Plecoptera	2aB	2a	B	2,17	0,21	2,86	3,29	1,80	1,79	1,26	0,56	0,61	0,70
6463	1016	<i>Polycelis felina</i>	Turbellaria	2aB	2a	B	2,02	0,21	2,86	3,16	2,18	1,82	0,92	0,48	0,50	0,94
4512	1124	<i>Bythinella dunkeri</i>	Gastropoda	2aB	2a	B	2,09	0,22	2,87	3,22	1,90	1,72	1,29	0,56	0,64	0,66
7837	10179	<i>Simulium costatum</i>	Diptera	2aB	2a	B	1,80	0,22	2,87	2,97	2,36	1,95	0,96	0,35	0,35	1,07
6168	152	<i>Odontocerum albicorne</i>	Trichoptera	2aB	2a	B	1,57	0,22	2,87	2,65	2,77	1,76	1,00	0,50	0,54	0,79
6784	244	<i>Rhyacophila tristis</i>	Trichoptera	2aB	2a	B	1,92	0,22	2,87	3,08	2,35	1,82	0,91	0,36	0,35	1,13
18162	20577	<i>Hydrochara sp.</i>	Coleoptera	2aB	2a	B	1,71	0,22	2,87	2,90	2,61	1,90	0,77	0,31	0,32	1,19
9477	20107	<i>Bibionidae Gen. sp.</i>	Diptera	2aB	2a	B	2,01	0,22	2,87	3,15	1,96	1,76	1,31	0,55	0,53	0,75
6092	452	<i>Nemotelus sp.</i>	Diptera	2aB	2a	B	1,92	0,22	2,87	3,08	2,24	1,86	1,04	0,37	0,32	1,09
4974	1948	<i>Dina punctata</i>	Hirudinea	2aB	2a	B	1,82	0,22	2,87	2,99	2,35	1,90	1,02	0,30	0,33	1,11
4671	616	<i>Chloroperla sp.</i>	Plecoptera	2aB	2a	B	1,57	0,22	2,87	2,77	2,54	1,98	0,94	0,43	0,37	0,97
5594	637	<i>Hydropsyche dinarica</i>	Trichoptera	2aB	2a	B	1,73	0,22	2,87	2,92	2,30	1,92	1,04	0,51	0,47	0,85
9322	20050	<i>Syrphidae Gen. sp.</i>	Diptera	2aB	2a	B	1,72	0,22	2,87	2,91	2,40	1,94	0,97	0,36	0,43	0,99
5867	1053	<i>Limnodrilus udekemianus</i>	Oligochaeta	2aB	2a	B	1,76	0,22	2,87	2,94	2,39	1,90	0,99	0,36	0,42	1,01
6022	10056	<i>Micropterna nycterobia</i>	Trichoptera	2aB	2a	B	1,78	0,22	2,87	2,96	2,34	1,89	1,00	0,42	0,47	0,94
4579	208	<i>Ceraclea annulicornis</i>	Trichoptera	2aB	2a	B	1,79	0,22	2,88	2,96	2,33	1,96	0,99	0,30	0,40	1,05
18417	198	<i>Limnius opacus</i>	Coleoptera	2aB	2a	B	1,85	0,22	2,88	3,01	1,98	1,92	1,26	0,65	0,49	0,69
7410	482	<i>Cordulegaster bidentata</i>	Odonata	2aB	2a	B	1,94	0,22	2,88	3,09	1,90	1,85	1,37	0,58	0,50	0,71
18616	10071	<i>Oreodytes sanmarkii</i>	Coleoptera	2aB	2a	B	1,46	0,22	2,88	2,68	2,68	1,91	0,96	0,49	0,27	1,02
4582	963	<i>Ceraclea nigronervosa</i>	Trichoptera	2aB	2a	B	1,70	0,22	2,88	2,89	2,36	1,91	1,05	0,42	0,48	0,90
4452	608	<i>Bezzia sp.</i>	Diptera	2aB	2a	B	1,42	0,22	2,88	2,33	2,64	2,21	1,21	0,65	0,22	0,73
18693	16	<i>Riolus cupreus</i>	Coleoptera	2aB	2a	B	1,69	0,22	2,88	2,88	2,45	1,92	0,94	0,35	0,47	0,99
5619	73	<i>Hydroptila vectis</i>	Trichoptera	2aB	2a	B	1,58	0,22	2,88	2,78	2,74	1,83	0,85	0,31	0,31	1,18
20197	20962	<i>Jungtiella/Psychoda/Tinearia sp.</i>	Diptera	2aB	2a	B	1,76	0,22	2,88	2,94	2,35	1,91	1,06	0,32	0,37	1,06
6855	538	<i>Simulium variegatum</i>	Diptera	2aB	2a	B	1,62	0,22	2,88	2,82	2,37	1,97	1,10	0,41	0,45	0,89
7083	713	<i>Torleya major</i>	Ephemeroptera	2aB	2a	B	1,45	0,22	2,88	2,50	2,68	2,15	1,03	0,42	0,31	0,93
6387	960	<i>Philopotamus montanus montanus</i>	Trichoptera	2aB	2a	B	1,82	0,22	2,88	2,99	2,39	1,79	0,97	0,44	0,34	1,09
5893	703	<i>Lithax niger</i>	Trichoptera	2aB	2a	B	1,93	0,22	2,89	3,08	2,21	1,88	1,01	0,35	0,33	1,13
6021	564	<i>Micropterna lateralis</i>	Trichoptera	2aB	2a	B	1,54	0,22	2,89	2,75	2,60	2,01	0,84	0,33	0,45	1,02
17483	646	<i>Agabus nebulosus</i>	Coleoptera	2aB	2a	B	1,83	0,22	2,89	3,00	2,04	1,80	1,31	0,62	0,55	0,69
4465	20108	<i>Blephariceridae Gen. sp.</i>	Diptera	2aB	2a	B	1,85	0,22	2,89	3,02	1,95	1,92	1,28	0,59	0,55	0,69
6435	1033	<i>Planorbis carinatus</i>	Gastropoda	2aB	2a	B	1,62	0,22	2,89	2,82	2,32	2,02	1,09	0,40	0,41	0,93

6739	10079	<i>Rhithrogena picteti</i>	Ephemeroptera	2aB	2a	B	1,86	0,22	2,89	3,02	2,61	1,83	0,70	0,21	0,09	1,54
18468	20155	<i>Nebioporus elegans</i>	Coleoptera	2aB	2a	B	1,52	0,22	2,89	2,73	2,35	2,07	1,14	0,42	0,41	0,88
10692	20781	<i>Liponeura cinerascens cinerascens</i>	Diptera	2aB	2a	B	1,98	0,22	2,89	3,12	1,87	1,84	1,32	0,54	0,61	0,70
7068	804	<i>Tinodes unicolor</i>	Trichoptera	2aB	2a	B	1,56	0,22	2,89	2,76	2,41	1,94	1,11	0,40	0,49	0,88
16890	360	<i>Agriotypus armatus</i>	Hymenoptera	2aB	2a	B	1,65	0,22	2,89	2,85	2,38	1,90	1,07	0,39	0,49	0,93
6835	266	<i>Silo piceus</i>	Trichoptera	2aB	2a	B	1,48	0,22	2,90	2,69	2,46	1,97	1,17	0,42	0,35	0,94
8201	10153	<i>Micronecta poweri poweri</i>	Heteroptera	2aB	2a	B	1,83	0,22	2,90	3,00	2,25	1,93	1,03	0,32	0,36	1,12
5499	954	<i>Hydatophylax infumatus</i>	Trichoptera	2aB	2a	B	1,64	0,22	2,90	2,83	2,42	1,87	1,08	0,42	0,42	0,96
9600	10127	<i>Sciomyzidae Gen. sp.</i>	Diptera	2aB	2a	B	1,59	0,22	2,90	2,79	2,76	1,96	0,61	0,14	0,61	1,15
5298	607	<i>Gerris argentatus</i>	Heteroptera	2aB	2a	B	1,88	0,22	2,90	3,04	1,94	1,80	1,41	0,57	0,55	0,70
5865	1967	<i>Limnodrilus profundicola</i>	Oligochaeta	2aB	2a	B	1,82	0,22	2,90	2,99	1,98	1,90	1,37	0,51	0,48	0,78
4408	300	<i>Baetis melanonyx</i>	Ephemeroptera	2aB	2a	B	1,90	0,22	2,90	3,06	2,26	1,83	0,99	0,32	0,40	1,14
18091	90	<i>Hydraena minutissima</i>	Coleoptera	2aB	2a	B	1,63	0,22	2,90	2,83	2,36	1,98	1,07	0,36	0,37	1,04
18182	20144	<i>Hydroglyphus geminus</i>	Coleoptera	2aB	2a	B	1,71	0,22	2,90	2,90	2,33	1,91	1,02	0,42	0,37	1,05
19354	20254	<i>Liponeura cinerascens ssp.</i>	Diptera	2aB	2a	B	1,76	0,22	2,90	2,94	1,92	1,90	1,40	0,71	0,53	0,60
4274	10121	<i>Allotrichia pallicornis</i>	Trichoptera	2aB	2a	B	1,38	0,22	2,90	2,61	2,60	2,16	0,89	0,34	0,29	1,10
4563	1927	<i>Caspiobdella fadejewi</i>	Hirudinea	2aB	2a	B	1,80	0,22	2,90	2,97	2,32	1,85	0,99	0,40	0,36	1,11
5035	718	<i>Ecclisopteryx modida</i>	Trichoptera	2aB	2a	B	1,87	0,22	2,90	3,03	1,94	1,82	1,39	0,59	0,47	0,76
17744	10025	<i>Dryops luridus</i>	Coleoptera	2aB	2a	B	1,80	0,22	2,91	2,97	1,98	1,85	1,34	0,60	0,56	0,70
4366	937	<i>Athripsodes albifrons</i>	Trichoptera	2aB	2a	B	1,38	0,22	2,91	2,61	2,61	2,05	0,93	0,40	0,40	1,01
6778	821	<i>Rhyacophila pubescens</i>	Trichoptera	2aB	2a	B	1,85	0,22	2,92	3,01	1,91	1,90	1,32	0,52	0,63	0,71
5101	1365	<i>Enchytraeidae Gen. sp.</i>	Oligochaeta	2aB	2a	B	1,81	0,22	2,92	2,98	2,14	1,89	0,99	0,57	0,54	0,88
7096	10114	<i>Trichostegia minor</i>	Trichoptera	2aB	2a	B	1,90	0,22	2,92	3,05	1,92	1,78	1,38	0,56	0,54	0,77
4364	20130	<i>Ibsia marginata</i>	Diptera	2aB	2a	B	1,69	0,22	2,92	2,88	2,31	1,85	1,05	0,46	0,47	0,97
7739	10051	<i>Lispe sp.</i>	Diptera	2aB	2a	B	1,75	0,22	2,92	2,93	2,55	1,91	0,66	0,18	0,50	1,27
6173	786	<i>Oecetis ochracea</i>	Trichoptera	2aB	2a	B	1,52	0,22	2,92	2,73	2,37	1,95	1,13	0,43	0,52	0,88
6851	535	<i>Simulium posticatum</i>	Diptera	2aB	2a	B	1,83	0,22	2,92	3,00	1,89	1,91	1,37	0,55	0,53	0,76
5019	1090	<i>Dugesia lugubris</i>	Turbellaria	2aB	2a	B	1,85	0,22	2,92	3,01	2,14	1,88	1,06	0,39	0,53	1,00
4983	20106	<i>Diplectrona felix</i>	Trichoptera	2aB	2a	B	1,84	0,23	2,92	3,00	1,91	1,87	1,33	0,55	0,63	0,71
5125	10452	<i>Ephemera glaucops</i>	Ephemeroptera	2aB	2a	B	1,91	0,23	2,93	3,06	1,91	1,77	1,38	0,54	0,51	0,83
4315	1038	<i>Anisus septemgyratus</i>	Gastropoda	2aB	2a	B	1,51	0,23	2,93	2,72	2,41	1,94	1,10	0,43	0,43	0,97
5596	72	<i>Hydropsyche fulvipes</i>	Trichoptera	2aB	2a	B	1,93	0,23	2,93	3,08	2,21	1,85	0,98	0,28	0,33	1,27
6776	466	<i>Rhyacophila praemorsa</i>	Trichoptera	2aB	2a	B	1,74	0,23	2,93	2,92	2,00	1,86	1,40	0,52	0,54	0,76
6843	761	<i>Simulium argyreatum</i>	Diptera	2aB	2a	B	1,72	0,23	2,93	2,90	2,33	1,83	1,01	0,46	0,44	1,05
5655	1336	<i>Ilyodrilus templetoni</i>	Oligochaeta	2aB	2a	B	1,90	0,23	2,93	3,06	1,83	1,85	1,34	0,58	0,66	0,68
5015	922	<i>Drusus trifidus</i>	Trichoptera	2aB	2a	B	1,85	0,23	2,93	3,01	1,95	1,78	1,34	0,58	0,63	0,72
17502	10100	<i>Anacaena bipustulata</i>	Coleoptera	2aB	2a	B	1,58	0,23	2,93	2,78	2,36	1,89	1,09	0,42	0,54	0,92
17816	133	<i>Esolus angustatus</i>	Coleoptera	2aB	2a	B	1,43	0,23	2,93	2,66	2,54	2,00	1,02	0,34	0,32	1,12
4638	20039	<i>Chelifera sp.</i>	Diptera	2aB	2a	B	1,76	0,23	2,93	2,94	2,06	1,96	1,04	0,71	0,40	0,90
7066	805	<i>Tinodes rostocki</i>	Trichoptera	2aB	2a	B	1,65	0,23	2,93	2,84	2,25	1,96	1,02	0,52	0,43	0,98
7025	1035	<i>Theodoxus fluviatilis ssp.</i>	Gastropoda	2aB	2a	B	1,44	0,23	2,94	2,66	2,43	1,96	1,07	0,48	0,53	0,87
7848	534	<i>Simulium rostratum</i>	Diptera	2aB	2a	B	1,77	0,23	2,94	2,95	1,98	1,79	1,43	0,60	0,44	0,82
4255	57	<i>Agaylea multipunctata</i>	Trichoptera	2aB	2a	B	1,66	0,23	2,94	2,85	2,03	1,91	1,34	0,58	0,57	0,72
7142	1985	<i>Valvata cristata</i>	Gastropoda	2aB	2a	B	1,56	0,23	2,94	2,77	2,30	1,99	1,07	0,45	0,46	0,97
4484	175	<i>Brachyptera braueri</i>	Plecoptera	2aB	2a	B	1,30	0,23	2,94	2,51	2,55	2,21	1,02	0,28	0,37	1,06
6074	5967	<i>Nais pardalis</i>	Oligochaeta	2aB	2a	B	1,76	0,23	2,94	2,94	1,98	1,83	1,33	0,62	0,54	0,77
4253	339	<i>Agapetus ochripes</i>	Trichoptera	2aB	2a	B	1,42	0,23	2,94	2,64	2,32	2,14	1,06	0,53	0,37	0,94
17932	318	<i>Helophorus grandis</i>	Coleoptera	2aB	2a	B	1,67	0,23	2,94	2,86	1,90	1,94	1,41	0,62	0,67	0,59
20517	1434	<i>Alboglossiphonia striata</i>	Hirudinea	2aB	2a	B	1,95	0,23	2,94	3,10	1,73	1,84	1,39	0,59	0,67	0,69
5713	30291	<i>Lepidostoma basale</i>	Trichoptera	2aB	2a	B	1,24	0,23	2,94	2,42	2,49	2,14	1,14	0,64	0,32	0,85

6910	20001	<i>Stenochironomus sp.</i>	Diptera	2aB	2a	B	1,80	0,23	2,94	2,97	1,92	1,80	1,28	0,75	0,60	0,68
5161	1926	<i>Erpobdella testacea</i>	Hirudinea	2aB	2a	B	1,65	0,23	2,94	2,84	2,23	2,00	0,97	0,45	0,56	0,95
5894	446	<i>Lithax obscurus</i>	Trichoptera	2aB	2a	B	1,48	0,23	2,95	2,70	2,45	1,86	1,10	0,47	0,48	0,96
13280	20192	<i>Scleroprocta sp.</i>	Diptera	2aB	2a	B	1,84	0,23	2,95	3,00	2,20	1,90	0,94	0,40	0,33	1,24
4517	570	<i>Caenis beskidensis</i>	Ephemeroptera	2aB	2a	B	1,76	0,23	2,95	2,94	2,59	1,81	0,68	0,23	0,22	1,53
18627	20250	<i>Oulimnius troglodytes</i>	Coleoptera	2aB	2a	B	1,83	0,23	2,95	3,00	1,90	1,77	1,39	0,57	0,65	0,73
6825	261	<i>Sigara falleni</i>	Heteroptera	2aB	2a	B	1,62	0,23	2,95	2,82	2,40	1,81	1,05	0,41	0,39	1,12
4207	584	<i>Acrophylax zerberus</i>	Trichoptera	2aB	2a	B	1,59	0,23	2,95	2,79	1,95	2,04	1,37	0,64	0,46	0,75
4574	20135	<i>Procloeon pennulatum</i>	Ephemeroptera	2aB	2a	B	1,82	0,23	2,95	2,99	1,82	1,92	1,34	0,56	0,64	0,73
4479	62	<i>Brachycentrus montanus</i>	Trichoptera	2aB	2a	B	2,04	0,23	2,95	3,18	2,05	1,75	1,06	0,31	0,32	1,33
5034	921	<i>Ecclisopteryx guttulata</i>	Trichoptera	2aB	2a	B	1,51	0,23	2,95	2,72	2,12	1,89	1,28	0,68	0,74	0,56
16815	30294	<i>Fanniidae Gen. sp.</i>	Diptera	2aB	2a	B	1,68	0,23	2,96	2,87	2,03	1,83	1,39	0,52	0,56	0,80
17775	80	<i>Elmis obscura</i>	Coleoptera	2aB	2a	B	1,78	0,23	2,96	2,96	1,96	1,74	1,44	0,53	0,61	0,77
5886	20191	<i>Liponeura cinerascens minor</i>	Diptera	2aB	2a	B	1,75	0,23	2,96	2,93	1,94	1,76	1,44	0,60	0,59	0,74
7737	832	<i>Dixa puberula</i>	Diptera	2aB	2a	B	1,80	0,23	2,96	2,97	1,87	1,75	1,46	0,67	0,53	0,75
4415	107	<i>Baetis rhodani</i>	Ephemeroptera	2aB	2a	B	1,16	0,23	2,96	2,42	2,22	1,89	1,51	1,01	0,68	0,27
6812	1346	<i>Segmentina nitida</i>	Gastropoda	2aB	2a	B	1,73	0,23	2,96	2,91	2,21	1,92	0,94	0,35	0,65	1,01
18706	10380	<i>Scirtes sp.</i>	Coleoptera	2aB	2a	B	1,73	0,23	2,96	2,91	1,92	1,81	1,51	0,51	0,55	0,79
4745	67	<i>Corixa punctata</i>	Heteroptera	2aB	2a	B	1,71	0,23	2,96	2,89	1,94	1,84	1,47	0,56	0,50	0,81
7194	10113	<i>Enoicyla pusilla</i>	Trichoptera	2aB	2a	B	1,79	0,23	2,96	2,96	1,84	1,89	1,43	0,52	0,56	0,80
18634	20565	<i>Paracymus sp.</i>	Coleoptera	2aB	2a	B	1,66	0,23	2,96	2,85	1,92	1,97	1,38	0,53	0,63	0,72
5056	783	<i>Ecdyonurus submontanus</i>	Ephemeroptera	2aB	2a	B	1,83	0,23	2,96	3,00	1,88	1,80	1,29	0,62	0,73	0,69
6826	10145	<i>Sigara lateralis</i>	Heteroptera	2aB	2a	B	1,80	0,23	2,96	2,97	1,92	1,76	1,33	0,61	0,72	0,68
9249	15136	<i>Mermithidae Gen. sp.</i>	Nematoda	2aB	2a	B	1,77	0,23	2,96	2,94	1,88	1,83	1,41	0,62	0,54	0,77
6445	345	<i>Plectrocnemia geniculata geniculata</i>	Trichoptera	2aB	2a	B	2,16	0,23	2,96	3,28	2,34	1,68	0,67	0,10	0,16	1,79
6834	265	<i>Silo pallipes</i>	Trichoptera	2aB	2a	B	1,60	0,23	2,96	2,80	2,31	1,64	1,17	0,72	0,60	0,77
7522	288	<i>Gerris thoracicus</i>	Heteroptera	2aB	2a	B	1,40	0,23	2,96	2,63	2,62	2,01	0,85	0,33	0,33	1,25
6075	5966	<i>Nais pseudobtusa</i>	Oligochaeta	2aB	2a	B	1,72	0,23	2,96	2,90	1,92	1,83	1,48	0,52	0,60	0,76
5983	448	<i>Micrasema longulum</i>	Trichoptera	2aB	2a	B	1,46	0,23	2,96	2,68	2,40	1,87	1,08	0,58	0,44	0,95
9456	492	<i>Cataclysta lemnata</i>	Lepidoptera	2aB	2a	B	1,70	0,23	2,96	2,89	1,86	1,87	1,36	0,86	0,48	0,68
9781	819	<i>Sialis nigripes</i>	Megaloptera	2aB	2a	B	1,53	0,23	2,96	2,74	2,34	1,89	1,08	0,47	0,49	0,99
18641	653	<i>Peltodytes caesus</i>	Coleoptera	2aB	2a	B	1,41	0,23	2,96	2,64	2,40	1,97	1,09	0,46	0,48	0,97
4398	601	<i>Baetis fuscatus/scambus</i>	Ephemeroptera	2aB	2a	B	1,30	0,23	2,96	2,32	2,54	2,19	1,17	0,49	0,49	0,80
6903	1233	<i>Stagnicola corvus</i>	Gastropoda	2aB	2a	B	1,73	0,23	2,96	2,91	2,33	1,84	0,94	0,35	0,38	1,25
6257	542	<i>Orthotrichia costalis</i>	Trichoptera	2aB	2a	B	1,60	0,23	2,96	2,80	1,99	1,97	1,37	0,52	0,60	0,76
18110	92	<i>Hydraena pygmaea</i>	Coleoptera	2aB	2a	B	1,80	0,23	2,96	2,97	1,85	1,81	1,38	0,62	0,64	0,73
10400	1386	<i>Echinogammarus trichiatus</i>	Crustacea	2aB	2a	B	1,83	0,23	2,97	3,00	1,78	1,87	1,33	0,67	0,67	0,69
7065	806	<i>Tinodes pallidulus</i>	Trichoptera	2aB	2a	B	1,53	0,23	2,97	2,74	2,30	1,95	1,10	0,41	0,50	1,00
4406	277	<i>Baetis lutheri</i>	Ephemeroptera	2aB	2a	B	1,43	0,23	2,97	2,65	2,53	1,84	1,01	0,46	0,45	1,05
6315	5822	<i>Paranais frici</i>	Oligochaeta	2aB	2a	B	1,71	0,23	2,97	2,89	1,94	1,82	1,42	0,60	0,55	0,78
9363	1243	<i>Dendrocoelum romanodanubiale</i>	Turbellaria	2aB	2a	B	1,80	0,23	2,97	2,97	1,79	1,89	1,47	0,50	0,61	0,77
8210	10343	<i>Plea minutissima minutissima</i>	Heteroptera	2aB	2a	B	1,54	0,23	2,97	2,75	2,31	1,86	1,06	0,56	0,54	0,92
6531	1191	<i>Potamothrix hammoniensis</i>	Oligochaeta	2aB	2a	B	1,37	0,23	2,97	2,60	2,35	2,03	1,07	0,57	0,49	0,89
6071	5075	<i>Nais bretscheri</i>	Oligochaeta	2aB	2a	B	1,70	0,23	2,98	2,88	1,93	1,76	1,45	0,64	0,66	0,68
4321	282	<i>Annitella obscurata</i>	Trichoptera	2aB	2a	B	1,98	0,23	2,98	3,13	2,12	1,69	0,94	0,38	0,53	1,21
4718	424	<i>Coenagrion mercuriale</i>	Odonata	2aB	2a	B	1,71	0,23	2,98	2,89	1,93	1,84	1,32	0,63	0,68	0,71
6279	10840	<i>Parachironomus gracillior</i>	Diptera	2aB	2a	B	1,56	0,23	2,98	2,77	1,89	1,55	1,48	1,27	1,06	0,00
7259	10092	<i>Pseudolimnophila sp.</i>	Diptera	2aB	2a	B	1,74	0,23	2,98	2,92	1,86	1,84	1,43	0,61	0,56	0,79
18266	10344	<i>Hygrobia hermanni</i>	Coleoptera	2aB	2a	B	1,63	0,24	2,98	2,82	2,01	1,85	1,31	0,59	0,73	0,69
5401	1101	<i>Haplotaxis gardioides</i>	Oligochaeta	2aB	2a	B	1,37	0,24	2,98	2,58	2,60	1,79	1,08	0,45	0,42	1,08

18345	309	<i>Laccobius sinuatus sinuatus</i>	Coleoptera	2aB	2a	B	1,66	0,24	2,98	2,85	1,99	1,86	1,36	0,52	0,63	0,80
6848	758	<i>Simulium monticola</i>	Diptera	2aB	2a	B	1,62	0,24	2,98	2,82	2,30	1,85	1,03	0,45	0,40	1,15
4978	397	<i>Dinocros cephalotes</i>	Plecoptera	2aB	2a	B	1,81	0,24	2,98	2,98	2,27	1,78	0,91	0,38	0,41	1,28
5238	1133	<i>Eunapius fragilis</i>	Porifera	2aB	2a	B	1,68	0,24	2,98	2,87	1,88	1,94	1,31	0,63	0,68	0,70
6172	622	<i>Oecetis notata</i>	Trichoptera	2aB	2a	B	1,46	0,24	2,98	2,68	2,21	2,02	1,12	0,53	0,60	0,85
6354	794	<i>Pedicia sp.</i>	Diptera	2aB	2a	B	1,56	0,24	2,98	2,76	2,33	1,85	1,07	0,42	0,51	1,06
19308	1216	<i>Bithynia leachii ssp.</i>	Gastropoda	2aB	2a	B	1,47	0,24	2,98	2,69	2,27	1,84	1,29	0,49	0,49	0,93
4377	1356	<i>Aulodrilus pluriseta</i>	Oligochaeta	2aB	2a	B	1,58	0,24	2,98	2,79	1,98	1,94	1,34	0,61	0,60	0,75
4621	5113	<i>Chaetogaster sp.</i>	Oligochaeta	2aB	2a	B	1,61	0,24	2,98	2,81	1,90	1,96	1,36	0,61	0,67	0,69
6524	238	<i>Potamophylax nigricornis</i>	Trichoptera	2aB	2a	B	1,60	0,24	2,98	2,80	1,99	1,88	1,37	0,59	0,64	0,73
7839	10181	<i>Simulium cryophilum</i>	Diptera	2aB	2a	B	1,78	0,24	2,98	2,96	1,90	1,77	1,33	0,56	0,76	0,72
5046	71	<i>Ecdyonurus insignis</i>	Ephemeroptera	2aB	2a	B	1,42	0,24	2,98	2,65	1,98	2,06	1,55	0,51	0,52	0,74
4817	428	<i>Crunoecia irrorata irrorata</i>	Trichoptera	2aB	2a	B	1,42	0,24	2,98	2,64	2,36	1,92	1,17	0,41	0,48	1,02
5958	1304	<i>Melanoides tuberculatus</i>	Gastropoda	2aB	2a	B	1,87	0,24	2,99	3,03	1,78	1,78	1,29	0,61	0,83	0,68
9952	20947	<i>Silo nigricornis/piceus</i>	Trichoptera	2aB	2a	B	1,74	0,24	2,99	2,92	2,23	1,76	1,04	0,42	0,50	1,14
6665	462	<i>Ptilocolepus granulatus granulatus</i>	Trichoptera	2aB	2a	B	1,60	0,24	2,99	2,80	1,99	1,82	1,43	0,61	0,60	0,76
5018	1011	<i>Dugesia gonocephala</i>	Turbellaria	2aB	2a	B	1,27	0,24	2,99	2,28	2,52	1,81	1,51	0,77	0,56	0,56
22042	1586	<i>Dreissena rostriformis</i>	Bivalvia	2aB	2a	B	1,69	0,24	2,99	2,88	1,93	1,81	1,41	0,52	0,64	0,80
5275	1018	<i>Fredericella sultana</i>	Bryozoa	2aB	2a	B	1,58	0,24	2,99	2,78	1,98	1,95	1,30	0,58	0,66	0,75
5833	10307	<i>Limnephilus hirsutus</i>	Trichoptera	2aB	2a	B	1,63	0,24	2,99	2,82	2,00	1,78	1,39	0,67	0,56	0,79
6742	10454	<i>Rhithrogena puytoraci</i>	Ephemeroptera	2aB	2a	B	1,47	0,24	2,99	2,69	2,12	1,78	1,42	0,62	0,73	0,64
4336	1042	<i>Aplexa hypnorum</i>	Gastropoda	2aB	2a	B	1,53	0,24	2,99	2,74	2,01	1,86	1,44	0,61	0,63	0,72
6195	5186	<i>Ophidona is serpentina</i>	Oligochaeta	2aB	2a	B	1,88	0,24	2,99	3,04	1,74	1,63	1,58	0,57	0,74	0,70
17507	528	<i>Anacaena sp.</i>	Coleoptera	2aB	2a	B	1,58	0,24	2,99	2,78	1,91	1,91	1,42	0,63	0,66	0,68
4973	1998	<i>Dina lineata</i>	Hirudinea	2aB	2a	B	1,64	0,24	2,99	2,84	1,84	1,89	1,51	0,60	0,59	0,74
4416	349	<i>Baetis scambus</i>	Ephemeroptera	2aB	2a	B	1,47	0,24	2,99	2,06	2,69	2,26	1,24	0,53	0,45	0,77
4813	1065	<i>Criodrilus lacuum</i>	Oligochaeta	2aB	2a	B	1,51	0,24	2,99	2,73	2,03	1,88	1,36	0,64	0,67	0,69
8191	20264	<i>Cymatia rogenhoferi</i>	Heteroptera	2aB	2a	B	1,39	0,24	2,99	2,62	2,10	1,88	1,44	0,72	0,58	0,66
4636	481	<i>Chaoborus sp.</i>	Diptera	2aB	2a	B	1,66	0,24	2,99	2,85	1,88	1,92	1,42	0,50	0,68	0,77
9083	10012	<i>Melampophylax sp.</i>	Trichoptera	2aB	2a	B	1,66	0,24	2,99	2,85	1,91	1,86	1,43	0,54	0,58	0,83
6025	10112	<i>Micropterna testacea</i>	Trichoptera	2aB	2a	B	1,65	0,24	2,99	2,84	1,91	1,88	1,44	0,52	0,63	0,79
11203	20272	<i>Sigara dorsalis</i>	Heteroptera	2aB	2a	B	1,75	0,24	2,99	2,93	1,86	1,79	1,38	0,56	0,79	0,69
8859	618	<i>Adicella sp.</i>	Trichoptera	2aB	2a	B	1,61	0,24	2,99	2,81	2,03	1,79	1,33	0,62	0,67	0,76
5817	750	<i>Limnephilus auricula</i>	Trichoptera	2aB	2a	B	1,76	0,24	3,00	2,94	1,75	1,96	1,25	0,66	0,77	0,68
6186	682	<i>Oligotricha striata</i>	Trichoptera	2aB	2a	B	1,59	0,24	3,00	2,79	1,98	1,87	1,34	0,57	0,74	0,70
6731	10060	<i>Rhithrogena hercynia</i>	Ephemeroptera	2aB	2a	B	1,55	0,24	3,00	2,76	2,06	1,70	1,50	0,62	0,67	0,70
7116	1087	<i>Tubifex tubifex</i>	Oligochaeta	2aB	2a	B	1,54	0,24	3,00	2,75	2,13	1,96	1,14	0,59	0,48	0,96
5033	719	<i>Ecclisopteryx dalecarlica</i>	Trichoptera	2aB	2a	B	1,83	0,24	3,00	3,00	2,15	1,81	0,99	0,35	0,35	1,34
6523	237	<i>Potamophylax luctuosus luctuosus</i>	Trichoptera	2aB	2a	B	1,75	0,24	3,00	2,93	2,19	1,85	0,96	0,40	0,42	1,26
17724	20651	<i>Donacia sp.</i>	Coleoptera	2aB	2a	B	1,75	0,24	3,00	2,93	1,86	1,81	1,30	0,62	0,79	0,69
18722	270	<i>Stenelmis canaliculata</i>	Coleoptera	2aB	2a	B	1,53	0,24	3,00	2,74	1,83	1,96	1,59	0,63	0,59	0,67
4346	1143	<i>Argulus foliaceus</i>	Crustacea	2aB	2a	B	1,43	0,24	3,00	2,66	2,10	1,88	1,44	0,62	0,54	0,77
6773	822	<i>Rhyacophila oblitterata</i>	Trichoptera	2aB	2a	B	1,68	0,24	3,00	2,87	2,42	1,82	0,83	0,35	0,29	1,43
6532	1501	<i>Potamothenix heuschleri</i>	Oligochaeta	2aB	2a	B	1,69	0,24	3,00	2,88	1,78	1,94	1,44	0,59	0,57	0,81
17910	341	<i>Helochares sp.</i>	Coleoptera	2aB	2a	B	1,55	0,24	3,00	2,75	2,02	1,83	1,40	0,58	0,69	0,72
5903	1960	<i>Lumbricillus sp.</i>	Oligochaeta	2aB	2a	B	1,66	0,24	3,00	2,85	1,87	1,93	1,27	0,65	0,74	0,70
20172	20951	<i>Limnius muelleri/opacus</i>	Coleoptera	2aB	2a	B	1,54	0,24	3,00	2,75	2,09	1,79	1,38	0,54	0,72	0,74
18466	20153	<i>Nebrioporus depressus</i>	Coleoptera	2aB	2a	B	1,44	0,24	3,00	2,66	2,37	1,89	1,04	0,37	0,77	0,91
6592	763	<i>Prosimulium tomosvaryi</i>	Diptera	2aB	2a	B	1,40	0,24	3,00	2,63	2,30	1,98	1,16	0,43	0,46	1,04
5058	4	<i>Ecdyonurus venosus</i>	Ephemeroptera	2aB	2a	B	1,58	0,24	3,00	2,79	2,33	1,81	1,02	0,43	0,48	1,15

5779	306	<i>Leuctra nigra</i>	Plecoptera	2aB	2a	B	1,69	0,24	3,00	2,88	2,19	1,72	1,23	0,34	0,54	1,11
6590	764	<i>Prosimulium rufipes</i>	Diptera	2aB	2a	B	1,67	0,24	3,00	2,86	2,12	1,90	1,13	0,39	0,42	1,18
20453	1415	<i>Theodoxus fluviatilis fluviatilis</i>	Gastropoda	2aB	2a	B	1,48	0,24	3,00	2,70	2,05	1,91	1,38	0,53	0,70	0,73
8518	1344	<i>Barbronia weberi</i>	Hirudinea	2aB	2a	B	1,69	0,24	3,00	2,88	1,87	1,75	1,45	0,73	0,55	0,78
6072	5004	<i>Nais communis</i>	Oligochaeta	2aB	2a	B	1,65	0,24	3,00	2,84	1,86	1,83	1,49	0,64	0,51	0,82
18302	20260	<i>Ilybius chalconatus</i>	Coleoptera	2aB	2a	B	1,58	0,24	3,01	2,78	1,90	1,90	1,49	0,56	0,57	0,81
8254	1311	<i>Stagnicola fuscus</i>	Gastropoda	2aB	2a	B	1,67	0,24	3,01	2,86	1,91	1,82	1,41	0,50	0,66	0,83
5604	848	<i>Hydropsyche siltalai</i>	Trichoptera	2aB	2a	B	1,32	0,24	3,01	1,89	2,56	2,28	1,48	0,87	0,49	0,43
18347	203	<i>Laccobius striatulus</i>	Coleoptera	2aB	2a	B	1,62	0,24	3,01	2,82	1,89	1,88	1,43	0,58	0,62	0,79
13514	1453	<i>Mysis relicta</i>	Crustacea	2aB	2a	B	1,73	0,24	3,01	2,91	1,85	1,77	1,45	0,54	0,69	0,79
6911	817	<i>Stenophylax permistus</i>	Trichoptera	2aB	2a	B	1,60	0,24	3,01	2,80	2,34	1,86	0,99	0,34	0,35	1,33
17883	352	<i>Haliphus flavicollis</i>	Coleoptera	2aB	2a	B	1,43	0,24	3,01	2,66	2,29	1,99	1,08	0,40	0,53	1,06
6529	1257	<i>Potamothrix bavaricus</i>	Oligochaeta	2aB	2a	B	1,82	0,24	3,01	2,99	1,80	1,65	1,39	0,85	0,55	0,78
5862	1052	<i>Limnodrilus claparedeanus</i>	Oligochaeta	2aB	2a	B	1,65	0,24	3,01	2,85	1,98	1,92	1,24	0,57	0,42	1,03
6560	5078	<i>Pristina sp.</i>	Oligochaeta	2aB	2a	B	1,50	0,24	3,01	2,72	1,99	1,90	1,36	0,63	0,69	0,71
6176	620	<i>Oecismus monedula monedula</i>	Trichoptera	2aB	2a	B	1,62	0,24	3,01	2,82	2,30	1,85	1,00	0,40	0,32	1,32
6521	20345	<i>Potamophylax cingulatus cingulatus</i>	Trichoptera	2aB	2a	B	1,56	0,24	3,01	2,77	1,96	1,85	1,47	0,50	0,68	0,77
6272	1972	<i>Pacifastacus leniusculus</i>	Crustacea	2aB	2a	B	1,58	0,24	3,01	2,79	1,98	1,86	1,35	0,57	0,69	0,78
6370	143	<i>Perla marginata</i>	Plecoptera	2aB	2a	B	1,26	0,24	3,01	2,51	2,51	1,91	1,06	0,50	0,43	1,08
6963	486	<i>Tabanus sp.</i>	Diptera	2aB	2a	B	1,66	0,24	3,01	2,85	1,79	1,96	1,35	0,66	0,65	0,74
17578	516	<i>Berosus signaticollis</i>	Coleoptera	2aB	2a	B	1,51	0,24	3,01	2,72	2,08	1,80	1,44	0,50	0,65	0,82
5312	77	<i>Glossosoma boltoni</i>	Trichoptera	2aB	2a	B	1,43	0,24	3,01	2,65	2,02	1,83	1,45	0,69	0,82	0,55
6658	461	<i>Psychoda sp.</i>	Diptera	2aB	2a	B	1,74	0,24	3,01	2,92	2,27	1,81	0,94	0,33	0,31	1,43
14104	655	<i>Sisyra dalii</i>	Planipennia	2aB	2a	B	1,56	0,24	3,02	2,77	1,90	1,94	1,35	0,64	0,66	0,75
4741	427	<i>Cardulia aenea</i>	Odonata	2aB	2a	B	1,57	0,24	3,02	2,78	1,90	1,87	1,47	0,60	0,61	0,78
5064	104	<i>Ecnomus tenellus</i>	Trichoptera	2aB	2a	B	1,61	0,24	3,02	2,81	1,69	1,85	1,75	0,59	0,70	0,61
6885	1931	<i>Sphaerium solidum</i>	Bivalvia	2aB	2a	B	1,43	0,24	3,02	2,65	2,08	1,75	1,44	0,70	0,78	0,59
7111	1221	<i>Trochospongilla horrida</i>	Porifera	2aB	2a	B	1,61	0,24	3,02	2,81	1,81	1,97	1,43	0,60	0,57	0,82
13411	20491	<i>Lipsothrix sp.</i>	Diptera	2aB	2a	B	1,69	0,24	3,02	2,88	1,83	1,79	1,47	0,57	0,68	0,78
7149	147	<i>Velia caprai caprai</i>	Heteroptera	2aB	2a	B	1,53	0,24	3,02	2,74	2,23	1,89	1,08	0,48	0,45	1,13
18697	181	<i>Scarodytes halensis</i>	Coleoptera	2aB	2a	B	1,63	0,24	3,02	2,83	2,48	2,07	0,60	0,12	0,11	1,79
18330	694	<i>Laccobius bipunctatus</i>	Coleoptera	2aB	2a	B	1,57	0,24	3,02	2,77	1,89	1,85	1,47	0,63	0,61	0,77
19443	1085	<i>Valvata piscinalis ssp.</i>	Gastropoda	2aB	2a	B	1,37	0,24	3,02	2,61	2,18	2,05	1,11	0,47	0,77	0,82
6097	166	<i>Nemoura flexuosa</i>	Plecoptera	2aB	2a	B	1,52	0,24	3,02	2,73	1,92	1,79	1,39	0,87	0,74	0,56
5677	714	<i>Ithytrichia lamellaris</i>	Trichoptera	2aB	2a	B	1,41	0,24	3,02	2,63	2,36	1,83	1,05	0,58	0,56	1,00
17562	20680	<i>Bagous sp.</i>	Coleoptera	2aB	2a	B	1,45	0,24	3,02	2,67	2,04	1,90	1,39	0,55	0,64	0,80
17915	81	<i>Helophorus arvernicus</i>	Coleoptera	2aB	2a	B	1,65	0,24	3,02	2,84	2,63	1,87	0,57	0,13	0,11	1,85
8427	556	<i>Dolichopodidae Gen. sp.</i>	Diptera	2aB	2a	B	1,73	0,24	3,03	2,91	2,18	1,85	1,00	0,32	0,36	1,38
4367	209	<i>Athripsodes aterimus</i>	Trichoptera	2aB	2a	B	1,51	0,24	3,03	2,72	2,26	1,75	1,08	0,57	0,76	0,86
6852	756	<i>Simulium reptans</i>	Diptera	2aB	2a	B	1,45	0,24	3,03	2,67	2,12	2,03	1,20	0,48	0,44	1,06
6397	1957	<i>Physella heterostropha</i>	Gastropoda	2aB	2a	B	1,70	0,24	3,03	2,88	2,34	1,68	0,94	0,33	0,52	1,31
6063	781	<i>Mystacides longicornis</i>	Trichoptera	2aB	2a	B	1,53	0,24	3,03	2,74	2,25	1,87	1,06	0,46	0,48	1,14
21224	803	<i>Tinodes waeneri waeneri</i>	Trichoptera	2aB	2a	B	1,37	0,24	3,03	2,60	2,27	2,02	1,08	0,52	0,43	1,09
4487	176	<i>Brachyptera risi</i>	Plecoptera	2aB	2a	B	1,21	0,25	3,03	2,47	2,29	1,99	1,23	0,62	0,55	0,86
7114	1194	<i>Tubifex ignotus</i>	Oligochaeta	2aB	2a	B	1,61	0,25	3,03	2,81	1,91	1,79	1,30	0,70	0,82	0,67
5001	923	<i>Drusus annulatus</i>	Trichoptera	2aB	2a	B	1,17	0,25	3,03	2,30	2,43	2,00	1,32	0,64	0,52	0,79
6894	1089	<i>Spongilla lacustris</i>	Porifera	2aB	2a	B	1,36	0,25	3,03	2,59	2,35	1,94	1,05	0,49	0,48	1,10
17919	50	<i>Helophorus brevipalpis</i>	Coleoptera	2aB	2a	B	1,77	0,25	3,03	2,95	2,08	1,86	1,04	0,34	0,36	1,38
17684	68	<i>Cyphon sp.</i>	Coleoptera	2aB	2a	B	1,54	0,25	3,03	2,75	1,95	1,85	1,39	0,54	0,78	0,74
6830	154	<i>Sigara striata</i>	Heteroptera	2aB	2a	B	1,47	0,25	3,03	2,69	2,30	1,78	1,08	0,54	0,60	1,02

9460	20299	<i>Elophila sp.</i>	<i>Lepidoptera</i>	2aB	2a	B	1,66	0,25	3,03	2,85	1,84	1,84	1,36	0,61	0,70	0,80
6533	1192	<i>Potamothrix moldaviensis</i>	<i>Oligochaeta</i>	2aB	2a	B	1,44	0,25	3,03	2,67	1,96	1,84	1,45	0,82	0,52	0,75
17654	927	<i>Copelatus haemorrhoidalis</i>	<i>Coleoptera</i>	2aB	2a	B	1,52	0,25	3,04	2,73	1,94	1,83	1,47	0,63	0,58	0,82
17786	20605	<i>Elodes marginata</i>	<i>Coleoptera</i>	2aB	2a	B	1,60	0,25	3,04	2,80	2,24	1,85	1,08	0,29	0,39	1,35
5040	431	<i>Ecdyonurus dispar</i>	<i>Ephemeroptera</i>	2aB	2a	B	1,50	0,25	3,04	2,71	2,27	1,83	1,13	0,41	0,49	1,16
7190	958	<i>Hydropsyche exocellata</i>	<i>Trichoptera</i>	2aB	2a	B	1,52	0,25	3,04	2,73	1,85	1,72	1,66	0,81	0,55	0,69
4629	867	<i>Chalcolestes viridis</i>	<i>Odonata</i>	2aB	2a	B	1,64	0,25	3,04	2,84	2,16	1,83	0,98	0,39	0,74	1,06
6408	1027	<i>Piscicola geometra</i>	<i>Hirudinea</i>	2aB	2a	B	1,54	0,25	3,04	2,75	2,22	1,87	0,99	0,58	0,44	1,16
4743	5289	<i>Cardyophora caspia</i>	<i>Coelenterata</i>	2aB	2a	B	1,29	0,25	3,04	2,54	1,98	1,83	1,69	0,67	0,76	0,54
5149	1188	<i>Eriocheir sinensis</i>	<i>Crustacea</i>	2aB	2a	B	1,49	0,25	3,04	2,70	1,93	1,82	1,40	0,67	0,90	0,57
6468	12	<i>Polycentropus flavomaculatus flavom</i>	<i>Trichoptera</i>	2aB	2a	B	1,18	0,25	3,04	2,21	2,44	1,93	1,37	0,76	0,78	0,51
6588	995	<i>Prosimulium hirtipes</i>	<i>Diptera</i>	2aB	2a	B	1,62	0,25	3,04	2,82	2,43	1,93	0,66	0,26	0,28	1,61
8730	1451	<i>Limnomysis benedeni</i>	<i>Crustacea</i>	2aB	2a	B	1,37	0,25	3,04	2,60	1,93	1,97	1,43	0,70	0,76	0,62
14281	20391	<i>Dolichopeza albipes</i>	<i>Diptera</i>	2aB	2a	B	1,76	0,25	3,04	2,94	2,56	1,75	0,57	0,16	0,11	1,92
11177	1175	<i>Corbicula "fluminalis"</i>	<i>Bivalvia</i>	2aB	2a	B	1,51	0,25	3,04	2,73	1,90	1,90	1,42	0,56	0,74	0,76
18225	883	<i>Hydroporus memnonius</i>	<i>Coleoptera</i>	2aB	2a	B	1,57	0,25	3,04	2,78	1,90	1,83	1,41	0,57	0,75	0,78
4654	10390	<i>Chironomus obtusidens</i>	<i>Diptera</i>	2aB	2a	B	1,27	0,25	3,04	2,52	1,90	2,05	1,47	0,90	0,58	0,60
8144	20098	<i>Tinodes assimilis</i>	<i>Trichoptera</i>	2aB	2a	B	1,50	0,25	3,05	2,71	1,86	1,95	1,36	0,66	0,75	0,71
6457	1039	<i>Plumatella emarginata</i>	<i>Bryozoa</i>	2aB	2a	B	1,31	0,25	3,05	2,55	1,95	1,91	1,49	0,83	0,70	0,57
17461	41	<i>Agabus biguttatus</i>	<i>Coleoptera</i>	2aB	2a	B	1,69	0,25	3,05	2,87	2,24	1,81	0,92	0,35	0,35	1,45
4771	1046	<i>Crenobia alpina</i>	<i>Turbellaria</i>	2aB	2a	B	1,30	0,25	3,05	2,55	2,10	1,84	1,42	0,66	0,82	0,62
10597	1450	<i>Hemimysis anomala</i>	<i>Crustacea</i>	2aB	2a	B	1,29	0,25	3,05	2,53	1,93	1,98	1,49	0,76	0,75	0,57
14773	20957	<i>Caenis macrura-Gr.</i>	<i>Ephemeroptera</i>	2aB	2a	B	1,52	0,25	3,05	2,73	1,83	1,87	1,48	0,74	0,56	0,79
6869	109	<i>Siphonoperla torrentium torrentium</i>	<i>Plecoptera</i>	2aB	2a	B	1,55	0,25	3,05	2,75	2,42	1,93	0,76	0,29	0,32	1,54
8209	676	<i>Paracorixa concinna concinna</i>	<i>Heteroptera</i>	2aB	2a	B	1,28	0,25	3,05	2,53	2,07	1,82	1,49	0,70	0,79	0,60
18274	20139	<i>Hygrotus impressopunctatus</i>	<i>Coleoptera</i>	2aB	2a	B	1,18	0,25	3,06	2,44	2,10	2,00	1,42	0,61	0,84	0,60
5763	213	<i>Leuctra fusca fusca</i>	<i>Plecoptera</i>	2aB	2a	B	1,39	0,25	3,06	1,82	2,62	1,91	1,51	1,15	1,00	0,00
4488	422	<i>Brachyptera seticornis</i>	<i>Plecoptera</i>	2aB	2a	B	1,55	0,25	3,06	2,75	2,16	1,80	1,19	0,46	0,43	1,21
5057	10449	<i>Ecdyonurus torrentis</i>	<i>Ephemeroptera</i>	2aB	2a	B	1,36	0,25	3,06	2,13	2,60	1,91	1,43	0,64	0,41	0,88
6023	10111	<i>Micropterna sequax</i>	<i>Trichoptera</i>	2aB	2a	B	1,36	0,25	3,06	2,59	1,90	1,92	1,48	0,71	0,84	0,56
7137	1059	<i>Unia pictorum pictorum</i>	<i>Bivalvia</i>	2aB	2a	B	1,23	0,25	3,06	2,48	2,27	1,98	1,15	0,60	0,61	0,91
6376	235	<i>Perlodes microcephalus</i>	<i>Plecoptera</i>	2aB	2a	B	1,56	0,25	3,06	2,77	2,19	1,80	1,08	0,46	0,50	1,20
17477	54	<i>Agabus guttatus</i>	<i>Coleoptera</i>	2aB	2a	B	1,23	0,25	3,06	2,48	2,02	1,99	1,51	0,65	0,67	0,69
4708	157	<i>Cloeon simile</i>	<i>Ephemeroptera</i>	2aB	2a	B	1,53	0,25	3,06	2,74	2,13	1,81	1,08	0,52	0,76	0,96
6127	1121	<i>Niphargus sp.</i>	<i>Crustacea</i>	2aB	2a	B	1,35	0,25	3,06	2,58	2,42	1,86	1,04	0,40	0,44	1,26
10344	450	<i>Micronecta minutissima</i>	<i>Heteroptera</i>	2aB	2a	B	1,33	0,25	3,06	2,57	1,85	1,89	1,55	0,88	0,72	0,54
11165	10354	<i>Coenagrion puella/pulchellum</i>	<i>Odonata</i>	2aB	2a	B	1,69	0,25	3,07	2,88	2,09	1,77	0,96	0,44	0,77	1,09
17464	52	<i>Agabus bipustulatus</i>	<i>Coleoptera</i>	2aB	2a	B	1,43	0,25	3,07	2,65	2,32	1,83	1,05	0,42	0,51	1,22
6935	1106	<i>Stylodrilus heringianus</i>	<i>Oligochaeta</i>	2aB	2a	B	1,11	0,25	3,07	2,38	2,23	1,77	1,37	0,96	0,77	0,52
8761	555	<i>Stratiomyidae Gen. sp.</i>	<i>Diptera</i>	2aB	2a	B	1,31	0,25	3,07	2,55	2,29	1,95	1,12	0,45	0,52	1,13
9272	1997	<i>Atyaephyra desmaresti</i>	<i>Crustacea</i>	2aB	2a	B	1,29	0,25	3,07	2,53	1,96	1,97	1,39	0,69	0,90	0,57
5307	1331	<i>Glossiphonia concolor</i>	<i>Hirudinea</i>	2aB	2a	B	1,77	0,25	3,07	2,95	2,11	1,81	0,95	0,31	0,37	1,51
8213	672	<i>Sigara fossarum</i>	<i>Heteroptera</i>	2aB	2a	B	1,30	0,25	3,07	2,54	1,97	1,88	1,46	0,74	0,85	0,57
5373	1025	<i>Haemaphysalis sanguisuga</i>	<i>Hirudinea</i>	2aB	2a	B	1,43	0,25	3,07	2,65	2,23	1,85	1,10	0,53	0,46	1,17
4874	925	<i>Cyrnus flavidus</i>	<i>Trichoptera</i>	2aB	2a	B	1,54	0,25	3,07	2,75	1,88	1,73	1,45	0,66	0,78	0,74
6621	1077	<i>Psammoryctides barbatus</i>	<i>Oligochaeta</i>	2aB	2a	B	1,02	0,25	3,07	2,20	2,30	2,02	1,45	0,79	0,57	0,67
4212	945	<i>Adicella reducta</i>	<i>Trichoptera</i>	2aB	2a	B	1,54	0,25	3,07	2,75	2,15	1,83	1,07	0,45	0,64	1,12
18017	20595	<i>Hydraena assimilis</i>	<i>Coleoptera</i>	2aB	2a	B	1,38	0,25	3,07	2,61	1,96	1,86	1,51	0,60	0,65	0,82
6795	10460	<i>Rhypholophus sp.</i>	<i>Diptera</i>	2aB	2a	B	1,36	0,25	3,07	2,60	1,88	1,87	1,62	0,68	0,64	0,73
7852	754	<i>Simulium lineatum</i>	<i>Diptera</i>	2aB	2a	B	1,24	0,25	3,07	2,49	2,38	1,84	1,15	0,62	0,42	1,11

4410	355	<i>Baetis niger</i>	Ephemeroptera	2aB	2a	B	1,34	0,25	3,07	2,58	2,29	1,68	1,17	0,80	0,50	0,98
9090	10340	<i>Microvelia sp.</i>	Heteroptera	2aB	2a	B	1,37	0,25	3,08	2,60	1,84	2,06	1,46	0,57	0,69	0,78
6744	20	<i>Rhithrogena semicolorata</i>	Ephemeroptera	2aB	2a	B	1,45	0,25	3,08	2,67	2,07	1,89	1,12	0,72	0,52	1,02
5075	1092	<i>Eiseniella tetraedra</i>	Oligochaeta	2aB	2a	B	1,29	0,25	3,08	2,53	2,14	1,72	1,30	0,88	0,76	0,67
17787	20164	<i>Elodes minuta</i>	Coleoptera	2aB	2a	B	1,44	0,25	3,08	2,66	1,86	1,83	1,54	0,64	0,76	0,72
5768	399	<i>Leuctra hippopus</i>	Plecoptera	3aB	3a	B	1,43	0,26	3,08	2,66	1,99	1,69	1,34	0,71	1,08	0,53
6647	628	<i>Pseudopsilopteryx zimmeri</i>	Trichoptera	3aB	3a	B	1,89	0,26	3,08	3,05	2,26	1,80	0,68	0,11	0,12	1,99
18296	441	<i>Hyphydrus ovatus</i>	Coleoptera	3aB	3a	B	1,35	0,26	3,08	2,58	2,27	1,88	1,08	0,41	0,74	1,05
4328	10149	<i>Anopheles sp.</i>	Diptera	3aB	3a	B	1,10	0,26	3,09	2,37	2,11	1,89	1,57	0,70	0,70	0,66
4613	1385	<i>Echinogammarus ischnus</i>	Crustacea	3aB	3a	B	1,18	0,26	3,09	2,44	1,98	1,96	1,52	0,75	0,70	0,66
4583	10196	<i>Ceraclea senilis</i>	Trichoptera	3aB	3a	B	1,30	0,26	3,09	2,55	1,93	1,77	1,69	0,63	0,82	0,62
4494	1091	<i>Branchiura sowerbyi</i>	Oligochaeta	3aB	3a	B	1,51	0,26	3,09	2,72	1,86	1,79	1,39	0,60	0,90	0,73
17890	371	<i>Haliplus immaculatus</i>	Coleoptera	3aB	3a	B	1,43	0,26	3,09	2,66	2,39	1,93	0,82	0,33	0,36	1,52
18059	952	<i>Hydraena excisa</i>	Coleoptera	3aB	3a	B	1,48	0,26	3,09	2,70	2,46	1,89	0,85	0,14	0,21	1,76
8211	10250	<i>Velia saulii</i>	Heteroptera	3aB	3a	B	1,18	0,26	3,09	2,44	1,99	2,00	1,44	0,65	0,87	0,62
20515	1553	<i>Corophium robustum</i>	Crustacea	3aB	3a	B	1,10	0,26	3,09	2,37	2,03	2,04	1,51	0,64	0,72	0,69
5329	190	<i>Goera pilosa</i>	Trichoptera	3aB	3a	B	1,18	0,26	3,09	2,44	2,11	1,99	1,28	0,76	0,54	0,88
6430	1010	<i>Planaria torva</i>	Turbellaria	3aB	3a	B	1,47	0,26	3,09	2,69	2,23	1,85	1,00	0,43	0,53	1,27
18488	845	<i>Noterus clavicornis</i>	Coleoptera	3aB	3a	B	1,40	0,26	3,10	2,63	1,84	1,87	1,42	0,67	1,00	0,57
18286	874	<i>Hygrotus versicolor</i>	Coleoptera	3aB	3a	B	1,12	0,26	3,10	2,39	2,11	1,86	1,51	0,79	0,67	0,69
5462	357	<i>Hesperocorixa linnaei</i>	Heteroptera	3aB	3a	B	1,15	0,26	3,10	2,42	2,04	1,86	1,54	0,82	0,62	0,70
18157	95	<i>Hydrobius fuscipes</i>	Coleoptera	3aB	3a	B	1,44	0,26	3,10	2,66	2,21	1,82	1,08	0,50	0,51	1,23
5370	193	<i>Habrophlebia lauta</i>	Ephemeroptera	3aC	3a	C	0,95	0,26	3,10	2,18	2,24	1,99	1,56	0,77	0,57	0,70
4639	423	<i>Cheumatopsyche lepida</i>	Trichoptera	3aB	3a	B	1,22	0,26	3,10	2,10	2,47	2,14	1,21	0,75	0,36	0,97
5007	430	<i>Drusus discolor</i>	Trichoptera	3aB	3a	B	1,73	0,26	3,10	2,91	2,34	1,78	0,80	0,11	0,11	1,95
5140	1088	<i>Ephydatia fluviatilis</i>	Porifera	3aB	3a	B	1,24	0,26	3,10	2,49	2,34	1,93	1,10	0,40	0,59	1,16
7381	1993	<i>Anodonta anatina</i>	Bivalvia	3aB	3a	B	1,27	0,26	3,10	2,52	2,15	1,83	1,28	0,71	0,58	0,94
18736	40	<i>Stictotarsus duodecimpustulatus</i>	Coleoptera	3aB	3a	B	1,42	0,26	3,10	2,65	2,24	1,87	1,04	0,34	0,63	1,24
14241	1286	<i>Orchestia cavimana</i>	Crustacea	3aB	3a	B	1,19	0,26	3,10	2,45	1,97	1,94	1,47	0,75	0,82	0,62
7856	1369	<i>Alboglossiphonia hyalina</i>	Hirudinea	3aB	3a	B	1,54	0,26	3,10	2,75	2,18	1,74	1,04	0,44	0,60	1,25
17503	129	<i>Anacaena globulus</i>	Coleoptera	3aB	3a	B	1,36	0,26	3,11	2,60	2,26	1,85	1,11	0,51	0,35	1,33
4622	964	<i>Chaetopterygopsis maclachlani</i>	Trichoptera	3aB	3a	B	1,48	0,26	3,11	2,70	2,59	1,81	0,62	0,15	0,32	1,81
6754	1193	<i>Rhyacodrilus coccineus</i>	Oligochaeta	3aC	3a	C	0,97	0,26	3,12	2,26	1,97	2,09	1,34	1,27	0,50	0,57
7192	855	<i>Micrasema setiferum setiferum</i>	Trichoptera	3aB	3a	B	1,18	0,26	3,12	2,44	1,80	1,99	1,81	0,59	0,61	0,76
5947	1200	<i>Marstoniopsis scholtzi</i>	Gastropoda	3aB	3a	B	1,29	0,26	3,12	2,53	1,91	1,93	1,54	0,47	0,80	0,83
7139	1062	<i>Unio tumidus tumidus</i>	Bivalvia	3aB	3a	B	1,20	0,26	3,12	2,46	1,90	1,84	1,48	0,96	0,80	0,57
6510	25	<i>Potamanthus luteus</i>	Ephemeroptera	3aB	3a	B	1,27	0,26	3,13	2,52	2,25	1,87	1,13	0,48	0,53	1,21
5271	1201	<i>Ferrissia clessiniana</i>	Gastropoda	3aB	3a	B	1,18	0,26	3,13	2,44	1,90	1,89	1,57	0,70	0,89	0,60
18064	89	<i>Hydraena gracilis</i>	Coleoptera	3aB	3a	B	1,20	0,26	3,13	2,00	2,45	1,98	1,45	0,95	0,33	0,84
6833	264	<i>Silo nigricornis</i>	Trichoptera	3aB	3a	B	1,13	0,26	3,13	2,26	2,40	1,91	1,27	0,62	0,50	1,04
6136	230	<i>Notonecta glauca glauca</i>	Heteroptera	3aB	3a	B	1,39	0,27	3,13	2,62	2,20	1,78	0,98	0,61	0,73	1,08
18275	344	<i>Hygrotus inaequalis</i>	Coleoptera	3aB	3a	B	1,08	0,27	3,13	2,36	1,97	1,98	1,51	0,72	0,81	0,66
5369	192	<i>Habrophlebia fusca</i>	Ephemeroptera	3aB	3a	B	1,27	0,27	3,13	2,52	2,14	1,96	1,18	0,48	0,51	1,21
8739	231	<i>Osmylus fulvicephalus</i>	Planipennia	3aB	3a	B	1,62	0,27	3,13	2,82	1,86	1,81	1,27	0,50	0,46	1,30
14107	1999	<i>Ephydatia muelleri</i>	Porifera	3aB	3a	B	1,02	0,27	3,13	2,30	2,05	2,00	1,42	0,73	0,85	0,64
4295	169	<i>Amphinemura sulcicollis</i>	Plecoptera	3aC	3a	C	0,91	0,27	3,14	2,04	2,21	1,80	1,42	1,42	1,12	0,00
17892	298	<i>Haliplus laminatus</i>	Coleoptera	3aB	3a	B	1,26	0,27	3,14	2,51	2,21	1,86	1,21	0,51	0,49	1,23
9769	10173	<i>Simulium aureum-Gr.</i>	Diptera	3aB	3a	B	1,38	0,27	3,14	2,61	2,15	1,83	1,03	0,68	0,40	1,30
4433	1023	<i>Bathymphalus contortus</i>	Gastropoda	3aB	3a	B	1,31	0,27	3,14	2,55	2,09	1,93	1,02	0,68	0,73	1,01
8961	1269	<i>Dikero gammarus sp.</i>	Crustacea	3aC	3a	C	0,92	0,27	3,14	2,21	1,87	1,80	2,12	0,92	0,55	0,53

7034	1057	<i>Theromyzon tessulatum</i>	Hirudinea	3aB	3a	B	1,25	0,27	3,14	2,50	2,21	1,84	1,14	0,59	0,61	1,12
6816	20907	<i>Sericostoma flavicorne</i>	Trichoptera	3aB	3a	B	1,43	0,27	3,14	2,66	2,13	1,87	0,92	0,68	0,40	1,36
5294	1996	<i>Gammarus tigrinus</i>	Crustacea	3aB	3a	B	1,04	0,27	3,15	2,32	1,97	2,19	1,20	0,86	0,70	0,77
4482	948	<i>Brachycercus harrisella</i>	Ephemeroptera	3aB	3a	B	1,22	0,27	3,15	2,48	1,87	1,79	1,49	0,90	0,90	0,57
6207	10000	<i>Orthetrum cancellatum</i>	Odonata	3aB	3a	B	1,78	0,27	3,15	2,96	2,29	1,72	0,65	0,17	0,18	2,04
4577	724	<i>Ceraclea albimacula</i>	Trichoptera	3aB	3a	B	1,30	0,27	3,15	2,55	2,30	1,82	1,04	0,45	0,48	1,37
5723	207	<i>Lepidostoma hirtum</i>	Trichoptera	3aB	3a	B	1,28	0,27	3,15	1,99	2,53	1,95	1,43	0,72	0,42	0,97
5920	787	<i>Lype phaeopa</i>	Trichoptera	3aB	3a	B	1,57	0,27	3,15	2,77	2,05	1,69	0,95	0,73	0,57	1,24
4368	210	<i>Athripsodes bilineatus bilineatus</i>	Trichoptera	3aB	3a	B	1,17	0,27	3,15	2,43	2,06	1,99	1,14	0,80	0,61	0,96
4330	583	<i>Antocha sp.</i>	Diptera	3aB	3a	B	1,14	0,27	3,15	2,40	2,18	1,91	1,30	0,63	0,39	1,20
7969	10566	<i>Potthastia longimana</i>	Diptera	3aB	3a	B	1,27	0,27	3,16	2,52	1,85	1,86	1,44	0,64	1,06	0,64
17899	370	<i>Haliphus ruficollis</i>	Coleoptera	3aB	3a	B	1,29	0,27	3,16	2,54	2,46	1,84	0,83	0,32	0,46	1,57
5288	1001	<i>Gammarus fossarum</i>	Crustacea	3aB	3a	B	1,04	0,27	3,16	1,94	2,32	1,94	1,58	1,05	0,57	0,60
5667	110	<i>Isoperla grammatica</i>	Plecoptera	3aB	3a	B	1,24	0,27	3,16	1,38	2,49	2,39	1,58	1,20	0,95	0,00
4527	711	<i>Caenis robusta</i>	Ephemeroptera	3aB	3a	B	1,44	0,27	3,17	2,66	2,01	1,82	1,08	0,56	0,68	1,19
7157	1063	<i>Viviparus contectus</i>	Gastropoda	3aB	3a	B	1,47	0,27	3,17	2,69	2,04	1,73	0,98	0,62	0,92	1,03
4425	20101	<i>Baetis vardarensis</i>	Ephemeroptera	3aC	3a	C	0,95	0,28	3,18	2,14	2,24	1,93	1,43	0,82	0,55	0,89
7842	10185	<i>Simulium vernum</i>	Diptera	3aB	3a	B	1,25	0,28	3,18	2,50	2,28	1,84	1,03	0,47	0,46	1,44
5634	1283	<i>Hypania invalida</i>	Polychaeta	3aC	3a	C	0,80	0,28	3,18	2,11	2,05	2,06	1,56	0,75	0,84	0,64
19394	784	<i>Potamophylax cingulatus ssp.</i>	Trichoptera	3aB	3a	B	1,26	0,28	3,18	2,51	2,15	1,80	1,07	0,65	0,64	1,17
4658	389	<i>Chironomus plumosus-Gr.</i>	Diptera	3aB	3a	B	1,09	0,28	3,19	2,37	1,71	1,93	1,64	0,94	0,88	0,53
4264	162	<i>Allogamus auricollis</i>	Trichoptera	3aB	3a	B	1,70	0,28	3,19	2,89	2,22	1,52	0,85	0,33	0,45	1,75
17485	48	<i>Agabus paludosus</i>	Coleoptera	3aC	3a	C	0,97	0,28	3,19	2,26	2,03	1,90	1,45	0,74	1,02	0,61
5502	5014	<i>Hydra sp.</i>	Coelenterata	3aB	3a	B	1,21	0,28	3,19	2,47	2,19	1,82	1,13	0,44	0,82	1,14
5602	116	<i>Hydropsyche saxonica</i>	Trichoptera	3aB	3a	B	1,24	0,28	3,19	2,49	2,01	1,64	1,37	0,83	0,77	0,90
4580	793	<i>Ceraclea dissimilis</i>	Trichoptera	3aB	3a	B	1,13	0,28	3,20	2,40	2,15	1,91	1,18	0,50	0,73	1,14
8819	779	<i>Simulium erythrocephalum</i>	Diptera	3aB	3a	B	1,26	0,28	3,20	2,51	2,13	1,78	1,07	0,64	0,78	1,10
6717	43	<i>Rheotanytarsus sp.</i>	Diptera	3aB	3a	B	1,06	0,28	3,20	2,34	1,97	1,80	1,31	1,22	0,62	0,75
7851	755	<i>Simulium equinum</i>	Diptera	3aB	3a	B	1,19	0,28	3,20	2,45	2,15	1,83	1,12	0,58	0,79	1,09
6586	1338	<i>Propappus volki</i>	Oligochaeta	3aB	3a	B	1,47	0,28	3,20	2,69	1,79	1,73	1,42	0,65	0,45	1,28
7854	1976	<i>Dikerogammarus haemobaphes</i>	Crustacea	3aC	3a	C	0,91	0,28	3,20	2,21	1,73	2,02	1,80	0,96	0,71	0,58
5444	1026	<i>Hemiclepsis marginata</i>	Hirudinea	3aB	3a	B	1,18	0,28	3,20	2,44	2,22	1,84	1,07	0,50	0,70	1,23
4205	1095	<i>Acroloxus lacustris</i>	Gastropoda	3aB	3a	B	1,36	0,28	3,21	2,60	2,00	1,72	1,14	0,60	0,85	1,10
7144	1419	<i>Valvata piscinalis piscinalis</i>	Gastropoda	3aB	3a	B	1,18	0,28	3,21	2,44	1,55	1,80	1,87	0,94	0,82	0,58
18337	201	<i>Laccobius minutus</i>	Coleoptera	3aB	3a	B	1,26	0,28	3,21	2,51	1,93	1,79	1,32	0,65	0,75	1,06
4363	379	<i>Atherix ibis</i>	Diptera	3aC	3a	C	0,92	0,28	3,21	2,11	2,22	1,91	1,38	0,78	0,80	0,81
6073	5003	<i>Nais elinguis</i>	Oligochaeta	3aB	3a	B	1,00	0,28	3,22	1,85	1,86	2,29	1,83	1,14	0,60	0,45
5080	691	<i>Electrogena lateralis</i>	Ephemeroptera	3aB	3a	B	1,46	0,28	3,22	2,68	1,79	1,85	1,26	0,53	0,58	1,31
6661	324	<i>Psychomyia pusilla</i>	Trichoptera	3aC	3a	C	0,81	0,28	3,22	2,12	2,00	1,85	1,59	1,23	0,46	0,75
4522	177	<i>Caenis macrura</i>	Ephemeroptera	3aB	3a	B	1,11	0,28	3,22	2,38	2,12	1,83	1,14	0,80	0,58	1,15
17473	49	<i>Agabus didymus</i>	Coleoptera	3aB	3a	B	1,34	0,29	3,22	2,58	2,10	1,86	1,03	0,40	0,53	1,51
6765	119	<i>Rhyacophila fasciata fasciata</i>	Trichoptera	3aC	3a	C	0,98	0,29	3,22	2,27	2,16	1,91	1,24	0,73	0,51	1,17
7994	1495	<i>Aulodrilus japonicus</i>	Oligochaeta	3aB	3a	B	1,60	0,29	3,22	2,80	1,65	1,80	1,21	0,64	0,66	1,25
4911	1007	<i>Dendrocoelum lacteum</i>	Turbellaria	3aB	3a	B	1,09	0,29	3,22	2,37	2,12	1,87	1,22	0,57	0,73	1,14
7725	1334	<i>Glossiphonia nebulosa</i>	Hirudinea	3aB	3a	B	1,04	0,29	3,23	2,32	2,20	1,88	1,15	0,54	0,77	1,14
9762	900	<i>Simulium (Wilhelmia) sp.</i>	Diptera	3aC	3a	C	0,97	0,29	3,23	2,26	2,02	2,09	1,14	0,79	0,70	1,00
6859	267	<i>Siphonurus aestivalis</i>	Ephemeroptera	3aB	3a	B	1,28	0,29	3,23	2,53	1,90	1,76	1,35	0,64	0,70	1,13
17494	941	<i>Agabus sturmii</i>	Coleoptera	3aB	3a	B	1,34	0,29	3,23	2,58	1,81	1,78	1,38	0,59	0,74	1,12
4555	660	<i>Capnopsis schilleri schilleri</i>	Plecoptera	3aB	3a	B	1,73	0,29	3,23	1,01	2,22	2,22	1,54	1,28	1,04	0,00
17768	289	<i>Elmis aenea</i>	Coleoptera	3aB	3a	B	1,24	0,29	3,23	1,68	2,49	1,98	1,53	1,06	0,57	0,70

18356	204	<i>Laccophilus hyalinus</i>	Coleoptera	3aB	3a	B	1,21	0,29	3,23	2,47	2,04	1,76	1,06	0,58	1,27	0,82
5284	1020	<i>Galba truncatula</i>	Gastropoda	3aB	3a	B	1,22	0,29	3,23	2,48	2,14	1,71	1,10	0,74	0,51	1,33
8874	782	<i>Anax sp.</i>	Odonata	3aB	3a	B	1,06	0,29	3,24	2,34	1,91	1,80	1,43	0,69	1,23	0,61
4261	1332	<i>Alboglossiphonia heteroclita</i>	Hirudinea	3aB	3a	B	1,25	0,29	3,24	2,50	2,09	1,75	1,15	0,50	0,73	1,28
18421	28	<i>Limnius volckmari</i>	Coleoptera	3aC	3a	C	0,88	0,29	3,24	1,87	2,18	2,06	1,60	0,95	0,60	0,75
6122	453	<i>Neureclipsis bimaculata</i>	Trichoptera	3aB	3a	B	1,36	0,29	3,24	2,60	2,09	1,63	1,04	0,53	0,91	1,21
6849	753	<i>Simulium morsitans</i>	Diptera	3aB	3a	B	1,31	0,29	3,24	2,55	2,10	1,69	0,99	0,59	0,89	1,19
6574	158	<i>Proclaeon bifidum</i>	Ephemeroptera	3aB	3a	B	1,09	0,29	3,24	2,37	2,09	1,84	1,16	0,49	1,15	0,91
6436	1034	<i>Planorbis planorbis</i>	Gastropoda	3aC	3a	C	0,90	0,29	3,24	2,20	2,10	2,05	1,28	0,54	0,81	1,03
18649	21	<i>Platambus maculatus</i>	Coleoptera	3aC	3a	C	0,98	0,29	3,24	2,27	2,12	1,81	1,21	0,83	0,86	0,91
5375	136	<i>Halesus digitatus digitatus</i>	Trichoptera	3aB	3a	B	1,09	0,29	3,25	2,36	1,98	1,64	1,40	1,10	0,51	1,01
7966	1179	<i>Musculum lacustre</i>	Bivalvia	3aB	3a	B	1,24	0,29	3,25	2,49	2,01	1,75	1,18	0,53	0,98	1,07
5299	134	<i>Gerris lacustris</i>	Heteroptera	3aB	3a	B	1,11	0,29	3,25	2,38	2,11	1,85	1,14	0,64	0,59	1,29
5658	159	<i>Ischnura elegans</i>	Odonata	3aB	3a	B	1,22	0,29	3,25	2,47	2,03	1,77	1,13	0,53	0,99	1,07
6082	10681	<i>Nanocladius parvulus</i>	Diptera	3aB	3a	B	1,31	0,29	3,25	1,33	2,55	1,95	1,83	1,12	1,22	0,00
17505	588	<i>Anacaena lutescens</i>	Coleoptera	3aB	3a	B	1,14	0,29	3,25	2,40	2,28	1,74	1,06	0,49	0,51	1,52
5131	1	<i>Serratella ignita</i>	Ephemeroptera	3aB	3a	B	1,15	0,29	3,26	1,91	2,41	1,98	1,27	0,81	0,54	1,08
5442	599	<i>Hemerodromia sp.</i>	Diptera	3aC	3a	C	0,77	0,29	3,26	2,07	2,09	2,07	1,37	0,65	0,89	0,86
7815	1995	<i>Paludicella articulata</i>	Bryozoa	3aB	3a	B	1,45	0,29	3,26	2,67	1,78	1,74	1,28	0,48	0,75	1,31
6667	406	<i>Pyrrhosoma nymphula</i>	Odonata	3aB	3a	B	1,32	0,29	3,26	2,56	2,02	1,70	0,97	0,62	0,98	1,15
5084	10451	<i>Electrogena ujhelyii</i>	Ephemeroptera	3aB	3a	B	1,13	0,29	3,26	2,40	1,78	1,83	1,47	0,84	0,70	0,99
6465	1015	<i>Polycelis tenuis</i>	Turbellaria	3aB	3a	B	1,38	0,30	3,26	2,61	1,76	1,84	1,34	0,49	0,56	1,41
5682	10830	<i>Kiefferulus tendipediformis</i>	Diptera	3aB	3a	B	1,36	0,30	3,27	1,20	2,60	2,01	1,83	1,27	1,10	0,00
5921	858	<i>Lype reducta</i>	Trichoptera	3aC	3a	C	0,97	0,30	3,27	2,26	2,17	1,75	1,29	0,66	0,73	1,14
18613	26	<i>Orectochilus villosus</i>	Coleoptera	3aC	3a	C	0,94	0,30	3,27	2,02	2,23	1,89	1,27	0,72	1,22	0,65
5335	10164	<i>Grammataulus nigropunctatus</i>	Trichoptera	3aB	3a	B	1,21	0,30	3,27	2,47	2,42	1,76	0,78	0,28	0,45	1,84
6538	10565	<i>Potthastia gaedii</i>	Diptera	3aC	3a	C	0,99	0,30	3,27	1,49	1,94	2,13	2,28	1,14	1,03	0,00
5603	957	<i>Hydropsyche siffvenii</i>	Trichoptera	3aB	3a	B	1,36	0,30	3,27	2,60	1,79	1,72	1,29	0,67	0,67	1,27
5845	10109	<i>Limnephilus stigma</i>	Trichoptera	3aB	3a	B	1,43	0,30	3,27	2,66	1,70	1,73	1,37	0,63	0,59	1,34
4532	30	<i>Calopteryx virgo</i>	Odonata	3aB	3a	B	1,03	0,30	3,28	2,31	2,13	1,70	1,09	0,93	0,77	1,06
17820	187	<i>Esolus parallelepipedus</i>	Coleoptera	3aC	3a	C	0,98	0,30	3,28	1,94	2,21	2,27	1,29	0,54	0,56	1,20
9323	311	<i>Eristalinae Gen. sp.</i>	Diptera	3aB	3a	B	1,38	0,30	3,28	0,96	2,61	2,32	1,89	1,22	0,99	0,00
9324	315	<i>Chrysops sp.</i>	Diptera	3aB	3a	B	1,19	0,30	3,28	2,45	1,97	1,76	1,06	0,90	0,64	1,22
6669	1084	<i>Radix auricularia</i>	Gastropoda	3aB	3a	B	1,11	0,30	3,28	2,38	1,98	1,83	1,16	0,58	1,06	1,01
4374	609	<i>Atrichops crassipes</i>	Diptera	3aB	3a	B	1,21	0,30	3,28	2,46	1,95	1,78	1,22	0,51	0,87	1,21
6342	10422	<i>Paratrichocladus sp.</i>	Diptera	3aB	3a	B	2,02	0,30	3,28	0,73	3,16	2,22	1,59	1,04	1,26	0,00
4444	965	<i>Beraeodes minutus</i>	Trichoptera	3aB	3a	B	1,14	0,30	3,28	2,41	1,96	1,66	1,34	0,70	0,85	1,08
5819	592	<i>Limnephilus bipunctatus</i>	Trichoptera	3aB	3a	B	1,47	0,30	3,28	2,69	1,69	1,76	1,27	0,52	0,72	1,36
5841	127	<i>Limnephilus rhombicus rhombicus</i>	Trichoptera	3aB	3a	B	1,39	0,30	3,28	2,62	2,01	1,73	0,98	0,50	0,55	1,62
5546	96	<i>Hydrometra stagnorum</i>	Heteroptera	3aB	3a	B	1,07	0,30	3,29	2,34	1,87	1,82	1,36	0,86	0,64	1,11
6064	818	<i>Mystacides nigra</i>	Trichoptera	3aB	3a	B	1,03	0,30	3,29	2,31	1,99	1,80	1,25	0,78	0,83	1,05
6309	20929	<i>Paraleptophlebia submarginata</i>	Ephemeroptera	3aC	3a	C	0,92	0,30	3,29	2,21	1,97	1,69	1,36	1,21	0,76	0,81
17884	35	<i>Haliplus fluviatilis</i>	Coleoptera	3aB	3a	B	1,31	0,30	3,29	2,55	1,99	1,74	1,01	0,38	1,07	1,26
6934	5011	<i>Stylaria lacustris</i>	Oligochaeta	3aB	3a	B	1,14	0,30	3,29	2,40	1,96	1,65	1,29	0,72	0,95	1,03
9204	20361	<i>Sympecma sp.</i>	Odonata	3aB	3a	B	1,44	0,30	3,30	0,98	2,66	2,06	2,04	1,25	1,01	0,00
4877	69	<i>Cyrnus trimaculatus</i>	Trichoptera	3aC	3a	C	0,89	0,30	3,30	2,19	2,08	1,81	1,36	0,59	0,99	0,98
18179	10377	<i>Hydrocyphon deflexicollis</i>	Coleoptera	3aC	3a	C	0,83	0,30	3,30	1,94	2,06	2,14	1,47	0,76	0,62	1,01
21231	877	<i>Hydropsyche contubernalis contubernalis</i>	Trichoptera	3aB	3a	B	1,05	0,30	3,30	2,33	1,96	1,76	1,29	0,81	0,74	1,12
8142	10370	<i>Hydropsyche incognita</i>	Trichoptera	3aC	3a	C	0,90	0,31	3,31	2,20	2,06	1,76	1,38	0,89	0,47	1,24
14144	843	<i>Oplodontha viridula</i>	Diptera	3aB	3a	B	1,15	0,31	3,31	1,34	2,41	1,96	1,65	1,41	1,23	0,00

4611	20054	<i>Chaetocladius sp.</i>	Diptera	3aB	3a	B	1,44	0,31	3,31	0,92	2,66	2,03	2,11	1,32	0,95	0,00
14420	602	<i>Tipula lateralis-Gr.</i>	Diptera	3aB	3a	B	1,04	0,31	3,31	2,32	1,84	1,87	1,41	0,67	0,72	1,17
4624	528	<i>Chaetopteryx major</i>	Trichoptera	3aB	3a	B	1,39	0,31	3,32	2,62	1,76	1,61	1,37	0,59	0,58	1,47
5158	1066	<i>Erpobdella nigricollis</i>	Hirudinea	3aB	3a	B	1,17	0,31	3,32	2,43	1,96	1,74	1,03	0,64	1,13	1,07
13048	20944	<i>Mystacides longicornis/nigra</i>	Trichoptera	3aB	3a	B	1,20	0,31	3,32	2,46	1,94	1,71	1,05	0,62	1,11	1,10
6134	229	<i>Notidobia ciliaris</i>	Trichoptera	3aC	3a	C	0,99	0,31	3,32	2,28	2,11	1,75	1,04	0,75	1,00	1,08
9752	10191	<i>Simulium (Nevermannia) sp.</i>	Diptera	3aB	3a	B	1,36	0,31	3,32	2,60	1,70	1,67	1,36	0,57	0,84	1,27
6526	239	<i>Potamophylax rotundipennis</i>	Trichoptera	3aB	3a	B	1,05	0,31	3,32	2,33	1,99	1,77	1,24	0,51	1,08	1,09
6456	1379	<i>Plumatella casmiana</i>	Bryozoa	3aB	3a	B	1,15	0,31	3,32	1,03	2,42	2,27	1,91	1,31	1,06	0,00
17774	79	<i>Elmis maugetii</i>	Coleoptera	3aC	3a	C	0,88	0,31	3,32	1,68	2,19	2,12	1,56	1,02	0,57	0,87
7108	1966	<i>Trocheta pseudodina</i>	Hirudinea	3aB	3a	B	1,12	0,31	3,32	2,39	1,70	1,88	1,45	0,69	0,69	1,21
17760	10265	<i>Dytiscus dimidiatus</i>	Coleoptera	3aB	3a	B	1,30	0,31	3,33	1,24	2,55	1,83	1,90	1,05	1,43	0,00
7847	10366	<i>Simulium intermedium</i>	Diptera	3aB	3a	B	1,39	0,31	3,33	2,62	1,66	1,80	1,24	0,52	0,75	1,41
7166	899	<i>Wormaldia occipitalis occipitalis</i>	Trichoptera	3aB	3a	B	1,57	0,31	3,33	1,05	2,78	1,91	1,83	1,00	1,44	0,00
11227	1388	<i>Crangonyx pseudogracilis</i>	Crustacea	3aB	3a	B	1,36	0,31	3,33	2,60	1,75	1,63	1,35	0,54	0,74	1,40
6062	451	<i>Mystacides azurea</i>	Trichoptera	3aC	3a	C	0,71	0,31	3,33	1,95	1,93	2,04	1,63	0,69	0,88	0,87
9810	1135	<i>Gordius aquaticus</i>	Nematomorpha	3aB	3a	B	1,26	0,31	3,33	2,51	1,85	1,66	1,39	0,49	0,60	1,51
7121	10773	<i>Tvetenia calvescens</i>	Diptera	3aB	3a	B	1,22	0,31	3,33	1,21	2,48	1,95	1,59	1,67	1,11	0,00
5164	436	<i>Erythromma najas</i>	Odonata	3aB	3a	B	1,08	0,31	3,34	2,35	1,83	1,75	1,35	0,72	0,88	1,12
8820	777	<i>Simulium angustipes</i>	Diptera	3aB	3a	B	1,30	0,31	3,34	2,55	1,68	1,81	1,25	0,66	0,63	1,42
6137	10247	<i>Notonecta lutea</i>	Heteroptera	3aB	3a	B	1,11	0,31	3,34	1,10	2,38	2,19	1,80	1,39	1,13	0,00
4388	739	<i>Baetis buceratus</i>	Ephemeroptera	3aB	3a	B	1,00	0,31	3,34	2,29	1,96	1,74	0,99	0,99	1,11	0,92
8200	10246	<i>Micronecta griseola</i>	Heteroptera	3aB	3a	B	2,02	0,31	3,34	0,40	3,16	2,34	1,65	1,64	0,82	0,00
6395	1083	<i>Physa fontinalis</i>	Gastropoda	3aB	3a	B	1,11	0,31	3,34	2,38	1,77	1,77	1,16	0,91	1,04	0,97
4310	1005	<i>Ancylus fluviatilis</i>	Gastropoda	3aC	3a	C	0,56	0,31	3,34	1,85	1,91	1,91	1,66	1,32	0,65	0,71
5483	1051	<i>Hippeutis complanatus</i>	Gastropoda	3aB	3a	B	1,12	0,32	3,35	2,39	1,66	1,56	1,77	0,70	0,97	0,96
10491	1392	<i>Pontogammarus robustoides</i>	Crustacea	3aB	3a	B	2,80	0,32	3,35	0,33	2,24	3,83	1,49	1,45	0,67	0,00
14082	10183	<i>Simulium lundstromi</i>	Diptera	3aB	3a	B	1,13	0,32	3,36	2,40	1,73	1,69	1,37	0,68	1,12	1,02
9654	496	<i>Eloeophila sp.</i>	Diptera	3aC	3a	C	0,77	0,32	3,36	2,09	2,00	1,71	1,31	1,11	0,88	0,91
6182	304	<i>Oligoneuriella rhenana</i>	Ephemeroptera	3aB	3a	B	1,12	0,32	3,36	2,39	2,22	1,69	0,58	0,91	0,61	1,60
6817	246	<i>Sericostoma personatum</i>	Trichoptera	3aC	3a	C	0,97	0,32	3,36	1,97	2,26	1,82	1,01	1,12	0,70	1,13
8131	20339	<i>Oecetis tripunctata</i>	Trichoptera	3aB	3a	B	1,28	0,32	3,37	0,93	2,52	2,25	1,83	1,18	1,28	0,00
6175	589	<i>Oecetis testacea</i>	Trichoptera	3aC	3a	C	0,59	0,32	3,37	1,89	1,94	1,87	1,74	0,80	0,99	0,78
6821	249	<i>Sialis fuliginosa</i>	Megaloptera	3aC	3a	C	0,93	0,32	3,37	2,23	2,19	1,71	1,07	0,73	0,50	1,59
7158	1060	<i>Viviparus viviparus</i>	Gastropoda	3aB	3a	B	1,00	0,32	3,37	2,11	1,47	1,65	1,51	2,29	0,59	0,39
6118	657	<i>Nepa cinerea</i>	Heteroptera	3aB	3a	B	1,12	0,32	3,38	2,39	2,04	1,67	1,10	0,59	0,60	1,62
6427	1076	<i>Pisidium supinum</i>	Bivalvia	3aC	3a	C	0,95	0,32	3,38	2,25	1,94	1,57	1,22	1,15	0,83	1,05
5652	489	<i>Ilyocoris cimicoides cimicoides</i>	Heteroptera	3aC	3a	C	0,69	0,32	3,38	2,02	1,90	1,74	1,50	0,83	1,44	0,57
5730	701	<i>Leptophlebia marginata</i>	Ephemeroptera	3aC	3a	C	0,95	0,32	3,38	2,24	1,84	1,79	1,35	0,65	1,07	1,06
5463	10144	<i>Hesperocorixa sahlbergi</i>	Heteroptera	3aB	3a	B	1,11	0,33	3,38	2,38	1,84	1,68	1,29	0,64	0,79	1,38
4549	395	<i>Capnia bifrons</i>	Plecoptera	3aB	3a	B	1,11	0,33	3,39	2,38	1,82	1,74	1,33	0,51	0,72	1,49
5237	10172	<i>Leuctra geniculata</i>	Plecoptera	3aC	3a	C	1,00	0,33	3,39	2,05	2,28	1,88	1,25	0,44	0,22	1,89
8703	1107	<i>Proasellus coxalis</i>	Crustacea	3aC	3a	C	0,72	0,33	3,40	1,97	1,95	2,05	1,35	0,73	0,81	1,15
17813	919	<i>Enochrus testaceus</i>	Coleoptera	3aB	3a	B	1,25	0,33	3,40	1,06	2,50	2,12	1,51	1,35	1,46	0,00
6266	541	<i>Oxycera sp.</i>	Diptera	3aB	3a	B	1,17	0,33	3,40	0,93	2,34	2,43	1,72	1,32	1,27	0,00
5589	968	<i>Hydropsyche bulbifera</i>	Trichoptera	3aB	3a	B	1,07	0,33	3,40	2,35	2,00	1,59	0,88	1,15	0,62	1,41
5606	636	<i>Hydropsyche tenuis</i>	Trichoptera	3aB	3a	B	1,07	0,33	3,40	0,93	2,35	2,24	2,03	1,18	1,28	0,00
4999	1097	<i>Dreissena polymorpha</i>	Bivalvia	3aC	3a	C	0,77	0,33	3,41	1,93	1,52	2,09	1,68	1,32	0,66	0,80
18629	17	<i>Oulimnius tuberculatus</i>	Coleoptera	3aC	3a	C	0,73	0,33	3,41	1,68	2,05	2,05	1,71	0,93	0,41	1,18
17504	172	<i>Anacaena limbata</i>	Coleoptera	3aC	3a	C	0,67	0,33	3,41	2,01	1,88	1,95	1,41	0,83	0,77	1,16

8659	20966	<i>Muscidae Gen. sp.</i>	Diptera	3aB	3a	B	1,51	0,33	3,42	0,89	2,72	2,05	1,55	1,27	1,53	0,00
7128	10775	<i>Tvetenia verralli</i>	Diptera	3aC	3a	C	0,84	0,33	3,42	1,28	2,15	1,79	1,86	1,76	1,17	0,00
11065	20080	<i>Orthocladius (Euorthocladius) sp.</i>	Diptera	3aB	3a	B	1,04	0,33	3,42	1,20	2,32	2,02	1,66	1,14	1,66	0,00
6418	1073	<i>Pisidium henslowanum</i>	Bivalvia	3aB	3a	B	1,04	0,33	3,42	2,32	1,68	1,57	1,34	0,98	1,20	0,91
5376	194	<i>Halesus radiatus</i>	Trichoptera	3aC	3a	C	0,82	0,33	3,42	2,13	1,88	1,66	1,20	1,04	1,29	0,80
6031	20196	<i>Microtendipes chloris-Gr.</i>	Diptera	3aB	3a	B	1,39	0,33	3,42	0,71	2,42	2,15	2,62	0,90	1,21	0,00
5735	10118	<i>Lestes sponsa</i>	Odonata	3aB	3a	B	1,48	0,33	3,42	0,53	2,69	2,35	1,98	1,35	1,10	0,00
6403	498	<i>Pilaria sp.</i>	Diptera	3aB	3a	B	1,13	0,34	3,43	2,40	1,99	1,67	1,03	0,59	0,45	1,88
6772	117	<i>Rhyacophila nubila</i>	Trichoptera	3aB	3a	B	1,12	0,34	3,43	1,40	2,39	1,96	1,40	1,27	0,81	0,77
17701	182	<i>Deronectes latus</i>	Coleoptera	3aB	3a	B	1,12	0,34	3,43	2,39	1,75	1,65	1,37	0,61	0,71	1,52
18371	864	<i>Limnebius crinifer</i>	Coleoptera	3aB	3a	B	1,70	0,34	3,43	0,57	2,89	2,04	1,87	1,45	1,18	0,00
6096	226	<i>Nemoura dubitans</i>	Plecoptera	3aB	3a	B	1,30	0,34	3,43	0,88	2,54	2,12	1,83	1,12	1,51	0,00
5615	75	<i>Hydroptila sparsa</i>	Trichoptera	3aB	3a	B	1,36	0,34	3,43	0,80	2,59	2,01	2,09	1,14	1,37	0,00
4740	180	<i>Cordulegaster boltonii</i>	Odonata	3aC	3a	C	0,94	0,34	3,43	2,24	1,77	1,56	1,43	1,00	0,91	1,09
5916	1030	<i>Lymanea stagnalis</i>	Gastropoda	3aB	3a	B	1,05	0,34	3,43	2,33	1,82	1,68	1,12	0,66	1,20	1,20
17841	10200	<i>Graptodytes bilineatus</i>	Coleoptera	3aB	3a	B	1,54	0,34	3,44	0,51	2,75	2,13	2,11	1,45	1,05	0,00
18307	24	<i>Ilybius fuliginosus</i>	Coleoptera	3aC	3a	C	0,86	0,34	3,44	2,17	1,80	1,70	1,34	0,77	1,23	1,00
4491	10160	<i>Brachytron pratense</i>	Odonata	3aB	3a	B	1,26	0,34	3,44	0,93	2,51	1,95	1,72	1,62	1,28	0,00
5481	497	<i>Hexatoma sp.</i>	Diptera	3aC	3a	C	0,94	0,34	3,45	2,24	1,71	1,68	1,41	1,04	0,59	1,35
18742	10067	<i>Suphrodytes dorsalis</i>	Coleoptera	3aB	3a	B	1,19	0,34	3,45	0,90	2,45	2,18	1,77	1,15	1,55	0,00
6469	971	<i>Polycentropus irroratus</i>	Trichoptera	3aC	3a	C	0,86	0,34	3,45	2,17	1,90	1,58	1,12	1,02	1,26	0,94
6307	20971	<i>Paraleptophlebia cincta</i>	Ephemeroptera	3aB	3a	B	1,39	0,34	3,45	0,81	2,62	2,03	1,76	1,41	1,39	0,00
17453	946	<i>Acilius canaliculatus</i>	Coleoptera	3aB	3a	B	1,10	0,34	3,45	1,01	2,37	1,91	1,88	1,44	1,39	0,00
18684	10073	<i>Rhantus suturalis</i>	Coleoptera	3aB	3a	B	1,52	0,34	3,45	0,45	2,73	2,24	2,23	1,13	1,22	0,00
6396	1958	<i>Physella acuta</i>	Gastropoda	3aB	3a	B	1,07	0,35	3,47	2,34	1,85	1,73	1,04	0,53	0,91	1,59
5301	10157	<i>Gerris odontogaster</i>	Heteroptera	3aB	3a	B	1,18	0,35	3,47	0,84	2,44	2,04	2,03	1,20	1,45	0,00
17893	3	<i>Haliplus lineatocollis</i>	Coleoptera	3aB	3a	B	1,06	0,35	3,47	2,34	2,01	1,77	0,97	0,42	0,39	2,09
7349	10584	<i>Brillia flavifrons</i>	Diptera	3aB	3a	B	1,06	0,35	3,47	0,93	2,34	2,04	1,82	1,61	1,27	0,00
4955	132	<i>Dicranota sp.</i>	Diptera	3aC	3a	C	0,59	0,35	3,47	1,85	1,94	1,86	1,33	1,16	0,77	1,10
5379	195	<i>Halesus tessellatus</i>	Trichoptera	3aC	3a	C	0,97	0,35	3,47	2,16	2,26	1,60	0,87	0,76	0,52	1,83
18003	891	<i>Hydaticus transversalis</i>	Coleoptera	3aB	3a	B	1,05	0,35	3,47	0,86	2,33	2,08	2,16	1,09	1,48	0,00
5840	859	<i>Limnephilus politus</i>	Trichoptera	3aB	3a	B	1,73	0,35	3,47	0,47	2,91	1,99	1,97	1,35	1,31	0,00
8095	10889	<i>Micropsectra atrofasciata</i>	Diptera	3aB	3a	B	1,66	0,35	3,47	0,53	2,85	1,99	1,72	1,83	1,09	0,00
17912	20023	<i>Helophorus aequalis</i>	Coleoptera	3aB	3a	B	1,24	0,35	3,48	0,92	2,49	1,83	2,01	1,17	1,58	0,00
17668	926	<i>Cymbiodyta marginella</i>	Coleoptera	3aB	3a	B	1,35	0,35	3,48	0,60	2,58	2,25	1,82	1,51	1,23	0,00
6199	1973	<i>Orconectes limosus</i>	Crustacea	3aC	3a	C	0,95	0,35	3,48	2,25	1,74	1,53	1,27	0,91	1,33	0,98
6431	1082	<i>Planorbarius corneus</i>	Gastropoda	4aB	4a	B	1,07	0,35	3,48	2,35	1,85	1,64	1,05	0,78	0,65	1,69
5022	1104	<i>Dugesia tigrina</i>	Turbellaria	4aC	4a	C	0,69	0,35	3,48	2,02	1,61	1,70	1,80	0,92	1,02	0,93
8184	74	<i>Aquarius najas</i>	Heteroptera	4aB	4a	B	1,15	0,35	3,48	0,84	2,41	2,02	1,73	1,85	1,15	0,00
4628	42	<i>Chaetopteryx villosa villosa</i>	Trichoptera	4aC	4a	C	0,72	0,35	3,48	2,05	1,53	1,71	1,38	1,51	1,23	0,59
17808	920	<i>Enochrus quadripunctatus</i>	Coleoptera	4aB	4a	B	1,30	0,35	3,49	0,88	2,54	1,85	1,82	1,40	1,51	0,00
8948	10091	<i>Culex sp.</i>	Diptera	4aB	4a	B	1,37	0,35	3,49	0,85	2,61	1,96	1,76	1,08	1,75	0,00
5676	10123	<i>Isoptena serricornis</i>	Plecoptera	4aB	4a	B	1,01	0,35	3,49	0,98	2,29	2,15	1,38	1,86	1,34	0,00
5728	442	<i>Leptocerus tineiformis</i>	Trichoptera	4aC	4a	C	0,89	0,35	3,49	2,19	1,69	1,64	1,50	0,65	1,15	1,18
6240	10698	<i>Orthocladius rivulorum</i>	Diptera	4aB	4a	B	1,55	0,35	3,49	0,51	2,76	2,14	1,89	1,29	1,40	0,00
8251	1036	<i>Potamopyrgus antipodarum</i>	Gastropoda	4aB	4a	B	1,00	0,35	3,49	1,41	1,69	2,29	1,85	1,39	0,77	0,62
5457	88	<i>Heptagenia sulphurea</i>	Ephemeroptera	4aC	4a	C	0,56	0,35	3,49	1,91	1,87	1,57	1,26	1,62	0,98	0,80
7759	10821	<i>Glyptotendipes barbipes</i>	Diptera	4aB	4a	B	1,62	0,35	3,49	0,49	2,82	2,05	1,92	1,39	1,34	0,00
6291	10704	<i>Paracladius conversus</i>	Diptera	4aB	4a	B	1,71	0,35	3,49	0,50	2,90	2,10	1,53	1,59	1,38	0,00
17456	411	<i>Acilius sulcatus</i>	Coleoptera	4aB	4a	B	1,59	0,36	3,50	0,52	2,79	2,06	1,91	1,31	1,42	0,00

5670	178	<i>Isoperla oxylepis oxylepis</i>	Plecoptera	4aB	4a	B	1,47	0,36	3,50	0,53	2,69	2,34	1,63	1,35	1,46	0,00
8700	1273	<i>Jaera istri</i>	Crustacea	4aC	4a	C	0,60	0,36	3,50	1,86	1,62	1,76	1,94	1,12	0,71	1,00
6278	702	<i>Parachiona picicornis</i>	Trichoptera	4aC	4a	C	0,69	0,36	3,50	1,29	2,02	1,90	1,79	1,23	1,78	0,00
7179	10549	<i>Zavrelimyia melanura</i>	Diptera	4aB	4a	B	1,65	0,36	3,50	0,49	2,85	1,96	1,94	1,41	1,36	0,00
16982	1410	<i>Radix labiata</i>	Gastropoda	4aB	4a	B	1,37	0,36	3,51	2,49	2,26	1,47	0,61	0,39	0,19	2,60
6171	614	<i>Oecetis lacustris</i>	Trichoptera	4aB	4a	B	1,15	0,36	3,52	1,04	1,88	2,03	2,42	1,21	1,43	0,00
4397	173	<i>Baetis fuscatus</i>	Ephemeroptera	4aC	4a	C	0,57	0,36	3,52	1,43	1,90	1,92	1,91	1,31	0,76	0,78
17953	319	<i>Helophorus obscurus obscurus</i>	Coleoptera	4aB	4a	B	1,39	0,36	3,52	0,43	2,62	2,42	1,86	1,22	1,47	0,00
18663	648	<i>Porhydrus lineatus</i>	Coleoptera	4aB	4a	B	1,37	0,36	3,53	0,48	2,61	2,12	2,10	1,37	1,32	0,00
5354	1024	<i>Gyraulus albus</i>	Gastropoda	4aC	4a	C	0,81	0,37	3,53	2,12	1,76	1,57	1,26	0,72	1,61	0,95
4524	10053	<i>Caenis pseudorivulorum</i>	Ephemeroptera	4aC	4a	C	0,80	0,37	3,54	2,11	1,70	1,56	1,31	0,92	1,45	0,95
4481	63	<i>Brachycentrus subnubilus</i>	Trichoptera	4aC	4a	C	0,55	0,37	3,54	1,90	1,88	1,68	1,10	1,14	1,49	0,80
5450	86	<i>Heptagenia flava</i>	Ephemeroptera	4aC	4a	C	0,75	0,37	3,54	2,08	1,73	1,55	1,20	1,27	1,19	1,00
5318	483	<i>Glyptotendipes pellucidus</i>	Trichoptera	4aC	4a	C	0,96	0,37	3,54	2,26	1,73	1,64	1,25	0,59	0,94	1,60
8185	907	<i>Aquarius paludum paludum</i>	Heteroptera	4aB	4a	B	1,04	0,37	3,55	1,13	2,32	1,74	1,65	1,08	2,08	0,00
4318	1040	<i>Anisus vortex</i>	Gastropoda	4aC	4a	C	0,81	0,37	3,55	2,12	1,64	1,65	1,23	0,96	1,40	1,01
5609	594	<i>Hydroptila forcipata</i>	Trichoptera	4aB	4a	B	1,50	0,37	3,55	0,47	2,71	2,07	1,95	1,19	1,61	0,00
4423	10115	<i>Baetis tracheatus</i>	Ephemeroptera	4aB	4a	B	1,14	0,37	3,55	0,51	2,40	2,26	2,12	1,30	1,41	0,00
8228	1933	<i>Pisidium moitessierianum</i>	Bivalvia	4aC	4a	C	0,81	0,38	3,57	0,97	1,99	1,84	2,12	1,75	1,34	0,00
6048	10457	<i>Molophilus sp.</i>	Diptera	4aB	4a	B	1,36	0,38	3,57	0,42	2,59	2,22	1,84	1,47	1,45	0,00
10926	20523	<i>Lipiniella araneicola</i>	Diptera	4aB	4a	B	1,42	0,38	3,57	0,43	2,51	2,64	1,52	1,10	1,79	0,00
5332	405	<i>Gomphus vulgatissimus</i>	Odonata	4aC	4a	C	0,95	0,38	3,57	2,25	1,70	1,57	1,10	0,75	1,21	1,42
5665	103	<i>Isoperla difformis</i>	Plecoptera	4aB	4a	B	1,30	0,38	3,57	0,44	2,55	2,13	2,12	1,26	1,52	0,00
8850	252	<i>Centroptilum luteolum</i>	Ephemeroptera	4aC	4a	C	0,52	0,38	3,58	1,85	1,87	1,71	1,24	0,84	1,54	0,95
7517	1268	<i>Dikerogammarus villosus</i>	Crustacea	4aB	4a	B	1,09	0,38	3,58	1,20	1,48	2,36	1,84	2,12	0,41	0,59
11205	20209	<i>Sigara iactans</i>	Heteroptera	4aB	4a	B	1,27	0,38	3,58	0,44	2,52	2,11	2,19	1,25	1,50	0,00
4256	638	<i>Agraylea sexmaculata</i>	Trichoptera	4aB	4a	B	1,48	0,38	3,58	0,50	2,70	1,99	1,85	1,26	1,71	0,00
17647	66	<i>Colymbetes fuscus</i>	Coleoptera	4aC	4a	C	0,70	0,38	3,58	1,20	2,03	1,77	1,67	1,40	1,93	0,00
6444	144	<i>Plectrocnemia conspersa conspersa</i>	Trichoptera	4aC	4a	C	0,94	0,38	3,59	2,24	1,78	1,64	1,14	0,71	0,43	2,07
5972	20100	<i>Metreletus balcanicus</i>	Ephemeroptera	4aB	4a	B	1,14	0,38	3,59	0,83	2,41	2,01	1,55	1,19	2,01	0,00
4369	211	<i>Athripsodes cinereus</i>	Trichoptera	4aC	4a	C	0,44	0,38	3,59	1,72	1,81	1,73	1,41	1,08	1,46	0,79
9205	10020	<i>Sympetrum sp.</i>	Odonata	4aC	4a	C	0,97	0,38	3,59	0,84	2,26	1,84	2,01	1,33	1,73	0,00
17889	940	<i>Halipilus heydeni</i>	Coleoptera	4aB	4a	B	1,13	0,38	3,59	0,55	2,39	2,09	2,05	1,40	1,52	0,00
7742	20939	<i>Thaumaleidae Gen. sp.</i>	Diptera	4aC	4a	C	0,90	0,38	3,59	0,81	2,20	1,88	2,13	1,29	1,68	0,00
6438	101	<i>Platycnemis pennipes</i>	Odonata	4aC	4a	C	0,56	0,38	3,59	1,91	1,73	1,64	1,30	0,90	1,72	0,81
5826	351	<i>Limnephilus extricatus</i>	Trichoptera	4aB	4a	B	1,02	0,38	3,60	2,31	1,56	1,61	1,30	0,68	0,69	1,85
7047	10444	<i>Thienemanniella sp.</i>	Diptera	4aC	4a	C	0,76	0,39	3,60	1,94	1,49	1,27	1,22	2,08	2,00	0,00
9745	1177	<i>Dugesia lugubris/polychroa</i>	Turbellaria	4aC	4a	C	0,81	0,39	3,60	2,13	1,85	1,67	1,13	0,61	0,67	1,94
8804	20301	<i>Sisyra nigra</i>	Planipennia	4aB	4a	B	1,31	0,39	3,61	0,42	2,55	1,83	2,09	1,98	1,14	0,00
10336	10836	<i>Microtendipes rydalensis</i>	Diptera	4aB	4a	B	1,38	0,39	3,62	0,48	2,61	1,72	2,31	1,22	1,66	0,00
5657	955	<i>Iranoquia dubia</i>	Trichoptera	4aC	4a	C	0,85	0,39	3,62	2,15	1,69	1,49	1,42	0,80	0,58	1,87
8202	689	<i>Micronecta scholtzi</i>	Heteroptera	4aB	4a	B	1,07	0,39	3,63	0,41	2,34	2,13	1,95	2,06	1,12	0,00
4749	1550	<i>Corophium curvispinum</i>	Crustacea	4aB	4a	B	1,38	0,39	3,63	1,42	1,43	1,45	2,61	1,98	0,48	0,64
12328	1939	<i>Echinogammarus berilloni</i>	Crustacea	4aC	4a	C	0,50	0,40	3,64	1,86	1,40	1,79	1,78	1,11	0,77	1,29
16959	1409	<i>Radix bathica</i>	Gastropoda	4aC	4a	C	0,60	0,40	3,65	1,77	1,94	1,67	1,16	0,99	1,01	1,45
17497	709	<i>Agabus undulatus</i>	Coleoptera	4aB	4a	B	1,14	0,40	3,65	0,51	2,40	1,94	1,79	1,95	1,41	0,00
11176	1300	<i>Corbicula fluminea</i>	Bivalvia	4aC	4a	C	0,43	0,40	3,65	1,73	1,39	1,80	1,73	1,27	1,27	0,82
7204	20521	<i>Cryptotendipes sp.</i>	Diptera	4aB	4a	B	1,44	0,40	3,65	0,47	2,03	2,07	2,66	1,49	1,29	0,00
7843	10187	<i>Simulium ornatum</i>	Diptera	4aC	4a	C	0,38	0,41	3,66	1,76	1,62	1,62	1,42	1,17	1,69	0,73
5322	10825	<i>Glyptotendipes paripes</i>	Diptera	4aB	4a	B	2,58	0,41	3,66	0,32	1,85	1,88	3,64	1,42	0,88	0,00

17875	78	<i>Gyrinus substriatus</i>	Coleoptera	4aC	4a	C	0,70	0,41	3,67	2,03	1,70	1,60	1,28	0,69	1,00	1,70
18242	61	<i>Hydroporus planus</i>	Coleoptera	4aB	4a	B	1,27	0,41	3,68	0,47	2,52	1,95	1,83	1,33	1,92	0,00
7173	476	<i>Xenochironomus xenolabis</i>	Diptera	4aB	4a	B	1,97	0,41	3,68	0,33	1,88	2,12	3,12	1,44	1,12	0,00
4496	20496	<i>Brillia bifida</i>	Diptera	4aC	4a	C	0,97	0,41	3,68	2,26	1,67	1,38	1,04	1,06	0,48	2,11
6045	506	<i>Molanna angustata</i>	Trichoptera	4aC	4a	C	0,60	0,41	3,68	1,94	1,38	1,60	1,42	1,10	1,73	0,82
5601	115	<i>Hydropsyche pellucidula</i>	Trichoptera	4aC	4a	C	0,36	0,41	3,69	1,51	1,74	1,69	1,43	1,33	1,66	0,64
6460	1022	<i>Plumatella repens</i>	Bryozoa	4aB	4a	B	1,20	0,41	3,69	0,43	2,46	1,87	1,76	2,02	1,46	0,00
6095	225	<i>Nemoura cinerea cinerea</i>	Plecoptera	4aC	4a	C	0,93	0,42	3,70	2,23	1,40	1,55	1,23	0,98	0,83	1,79
5124	47	<i>Ephemera danica</i>	Ephemeroptera	4aC	4a	C	0,46	0,42	3,70	1,31	1,83	1,77	1,56	1,48	1,32	0,73
8139	20016	<i>Oxyethira tristella</i>	Trichoptera	4aB	4a	B	1,13	0,42	3,70	0,48	2,40	1,89	2,07	1,20	1,96	0,00
7492	260	<i>Ptychoptera sp.</i>	Diptera	4aC	4a	C	0,85	0,42	3,70	2,16	1,73	1,54	1,03	0,59	0,93	2,02
4462	1009	<i>Bithynia tentaculata</i>	Gastropoda	4aC	4a	C	0,48	0,42	3,71	1,65	1,40	1,65	1,37	1,84	1,56	0,53
4294	168	<i>Amphinemura standfussi</i>	Plecoptera	4aC	4a	C	0,93	0,42	3,72	1,70	1,58	1,17	1,16	2,23	2,17	0,00
5157	1266	<i>Erpobdella vilnensis</i>	Hirudinea	4aC	4a	C	0,79	0,43	3,72	2,06	1,76	1,49	1,14	0,78	0,66	2,10
7832	10174	<i>Simulium angustitarse</i>	Diptera	4aC	4a	C	0,79	0,43	3,75	0,77	2,07	1,77	1,84	1,46	2,11	0,00
4521	847	<i>Caenis luctuosa</i>	Ephemeroptera	4aC	4a	C	0,34	0,44	3,75	1,72	1,51	1,40	1,64	1,26	1,53	0,93
6391	715	<i>Phryganea bipunctata</i>	Trichoptera	4aB	4a	B	1,31	0,44	3,76	0,42	2,55	1,83	1,72	1,19	2,29	0,00
6283	10844	<i>Parachironomus frequens</i>	Diptera	4aC	4a	C	0,84	0,44	3,76	0,50	2,15	1,98	2,06	1,26	2,05	0,00
4427	278	<i>Baetis vernus</i>	Ephemeroptera	4aC	4a	C	0,69	0,45	3,78	1,26	1,55	1,72	1,55	2,02	1,31	0,59
8175	10480	<i>Ophiogomphus cecilia</i>	Odonata	4aC	4a	C	0,80	0,45	3,79	1,89	1,86	1,62	0,81	0,81	0,89	2,12
4530	124	<i>Calopteryx splendens</i>	Odonata	4aC	4a	C	0,40	0,45	3,80	1,59	1,47	1,53	1,32	1,64	1,77	0,69
4335	60	<i>Aphelocheirus aestivalis</i>	Heteroptera	4aC	4a	C	0,29	0,46	3,81	1,48	1,68	1,65	1,36	1,49	1,03	1,32
4519	156	<i>Caenis horaria</i>	Ephemeroptera	4aC	4a	C	0,93	0,46	3,83	1,90	1,35	1,34	1,27	1,10	2,23	0,83
4909	10808	<i>Demicyptochironomus vulneratus</i>	Diptera	4aB	4a	B	1,03	0,46	3,83	0,40	2,31	1,76	1,57	2,03	1,93	0,00
7878	20497	<i>Epoicocladus ephemerae</i>	Diptera	4aB	4a	B	1,59	0,46	3,83	0,35	2,03	1,77	1,84	2,79	1,21	0,00
17848	915	<i>Graptodytes pictus</i>	Coleoptera	4aC	4a	C	0,66	0,47	3,84	1,99	1,51	1,52	1,20	0,59	1,24	1,95
5291	1002	<i>Gammarus pulex</i>	Crustacea	4aC	4a	C	0,38	0,47	3,85	1,39	1,75	1,52	1,40	1,56	1,07	1,31
5321	10361	<i>Glyptotendipes pallens</i>	Diptera	4aB	4a	B	1,91	0,47	3,85	0,23	1,86	1,43	3,07	2,45	0,97	0,00
6297	10416	<i>Paracladopelma sp.</i>	Diptera	4aB	4a	B	1,18	0,47	3,86	0,37	1,85	2,08	1,76	2,44	1,51	0,00
4705	394	<i>Cloeon dipterum</i>	Ephemeroptera	4aC	4a	C	0,76	0,48	3,86	1,88	1,56	1,28	1,12	0,84	2,08	1,23
6267	524	<i>Oxyethira flavicornis</i>	Trichoptera	4aB	4a	B	1,26	0,48	3,88	0,46	2,14	1,91	1,69	1,30	2,51	0,00
5129	186	<i>Ephemera vulgata</i>	Ephemeroptera	4aC	4a	C	0,93	0,48	3,89	1,72	1,31	1,39	1,36	1,22	2,22	0,79
5304	1017	<i>Glossiphonia complanata</i>	Hirudinea	4aC	4a	C	0,28	0,49	3,90	1,40	1,67	1,66	1,39	1,04	1,34	1,51
4424	10116	<i>Baetis tricolor</i>	Ephemeroptera	4aB	4a	B	2,07	0,49	3,90	1,00	1,92	1,47	1,45	0,95	3,21	0,00
5292	1003	<i>Gammarus roeselii</i>	Crustacea	4aC	4a	C	0,74	0,50	3,91	0,93	1,53	1,82	1,58	2,07	1,50	0,58
6409	1982	<i>Pisidium amnicum</i>	Bivalvia	4aB	4a	B	1,40	0,50	3,91	1,54	1,17	1,24	1,44	2,63	1,23	0,75
4766	10398	<i>Corynoneura sp.</i>	Diptera	4aC	4a	C	0,53	0,50	3,92	1,89	1,40	1,49	1,18	0,76	1,49	1,79
5159	1000	<i>Erpobdella octoculata</i>	Hirudinea	4aC	4a	C	0,49	0,50	3,92	1,33	1,39	1,85	1,39	1,44	1,39	1,21
6606	240	<i>Protonemura intricata intricata</i>	Plecoptera	4aB	4a	B	1,38	0,50	3,93	0,76	2,06	1,36	1,41	1,81	2,61	0,00
5863	1093	<i>Limnodrilus hoffmeisteri</i>	Oligochaeta	4aC	4a	C	0,99	0,51	3,94	1,60	1,70	1,64	1,17	0,82	0,80	2,27
14105	1231	<i>Pisidium pulchellum</i>	Bivalvia	4aB	4a	B	1,29	0,51	3,95	0,67	1,94	1,62	1,32	1,92	2,54	0,00
4958	10406	<i>Dicrotendipes nervosus</i>	Diptera	4aB	4a	B	1,47	0,52	3,96	0,97	0,94	1,26	2,69	2,57	1,56	0,00
6882	1012	<i>Sphaerium corneum</i>	Bivalvia	4aC	4a	C	0,42	0,52	3,98	1,12	1,50	1,64	1,53	1,79	1,33	1,09
4300	14	<i>Anabolia nervosa</i>	Trichoptera	4aC	4a	C	0,31	0,53	4,00	1,23	1,57	1,55	1,23	1,70	1,45	1,27
18306	871	<i>Ilybius fenestratus</i>	Coleoptera	4aB	4a	B	1,59	0,53	4,01	0,45	1,95	1,70	1,67	1,43	2,79	0,00
6492	10365	<i>Polypedilum nubeculosum</i>	Diptera	4aB	4a	B	1,17	0,54	4,01	1,03	0,97	1,34	2,43	1,96	2,27	0,00
5588	125	<i>Hydropsyche angustipennis angustipennis</i>	Trichoptera	4aC	4a	C	0,15	0,54	4,02	1,45	1,29	1,56	1,39	1,40	1,42	1,48
6959	10764	<i>Synorthocladus semivirens</i>	Diptera	4aB	4a	B	1,89	0,54	4,02	0,34	1,73	1,66	1,57	3,05	1,65	0,00
5103	10817	<i>Endochironomus alpinensis</i>	Diptera	4aB	4a	B	2,55	0,54	4,03	0,52	1,40	1,09	2,32	3,61	1,07	0,00
6113	228	<i>Nemurella pictetii</i>	Plecoptera	4aB	4a	B	1,55	0,55	4,04	1,82	1,53	1,38	1,15	0,78	0,59	2,76

6314	10715	<i>Parametrioctenemus stylatus</i>	Diptera	4aB	4a	B	2,32	0,55	4,04	0,30	1,84	1,32	1,70	3,41	1,44	0,00
6032	10412	<i>Microtendipes pedellus</i>	Diptera	4aA	4a	A	5,71	0,55	4,05	1,88	0,00	0,16	1,64	6,32	0,00	0,00
6522	236	<i>Potamophylax latipennis</i>	Trichoptera	4aB	4a	B	1,05	0,56	4,06	0,44	2,33	1,82	1,55	1,06	1,07	1,74
5837	220	<i>Limnephilus lunatus</i>	Trichoptera	4aC	4a	C	0,54	0,56	4,07	1,58	1,39	1,38	1,09	1,41	1,26	1,89
6635	10432	<i>Psectrotanypus varius</i>	Diptera	4aB	4a	B	1,33	0,57	4,09	0,35	1,52	1,48	2,15	2,57	1,94	0,00
6610	840	<i>Protonemura meyeri</i>	Plecoptera	4aB	4a	B	1,31	0,57	4,10	0,61	2,55	1,55	1,27	0,97	0,63	2,40
6822	248	<i>Sialis lutaria</i>	Megaloptera	4aC	4a	C	0,51	0,58	4,10	1,56	1,51	1,37	1,00	0,92	1,78	1,87
6498	10429	<i>Polypedilum scalaenum</i>	Diptera	4aB	4a	B	3,03	0,58	4,11	0,51	1,47	1,23	1,38	4,02	1,40	0,00
5413	1008	<i>Helobdella stagnalis</i>	Hirudinea	4aC	4a	C	0,92	0,59	4,13	1,51	1,43	1,48	1,15	0,96	1,26	2,22
5827	219	<i>Limnephilus flavicornis</i>	Trichoptera	4aB	4a	B	1,49	0,60	4,15	1,88	1,30	1,34	1,02	0,60	1,16	2,71
6345	10723	<i>Paratrissocladius excerptus</i>	Diptera	5aB	5a	B	3,53	0,60	4,16	0,28	1,59	1,16	1,38	4,46	1,14	0,00
5907	1094	<i>Lumbriculus variegatus</i>	Oligochaeta	5aB	5a	B	1,33	0,62	4,19	1,33	1,54	1,54	1,24	0,80	0,98	2,57
5727	10103	<i>Leptocerus interruptus</i>	Trichoptera	5aB	5a	B	1,59	0,62	4,19	0,63	1,06	1,01	2,79	2,06	2,45	0,00
4873	281	<i>Cynus crenaticornis</i>	Trichoptera	5aA	5a	A	7,65	0,62	4,20	0,00	0,00	0,00	7,98	2,02	0,00	0,00
6338	10421	<i>Paratendipes albianus</i>	Diptera	5aB	5a	B	2,65	0,64	4,23	1,10	0,74	0,98	1,32	3,70	2,17	0,00
7075	798	<i>Tipula maxima</i>	Diptera	5aC	5a	C	0,89	0,64	4,23	0,84	1,72	1,59	1,53	0,98	1,16	2,19
6969	403	<i>Taeniopteryx nebulosa</i>	Plecoptera	5aB	5a	B	2,71	0,64	4,24	0,55	1,67	1,43	1,31	1,30	3,75	0,00
4338	10385	<i>Apsectrotanypus trifascipennis</i>	Diptera	5aB	5a	B	3,25	0,65	4,27	0,58	0,84	1,13	1,72	4,21	1,51	0,00
10897	20201	<i>Chironomus riparius</i> -Agg.	Diptera	5aB	5a	B	2,44	0,66	4,28	1,75	1,46	1,30	0,83	0,63	0,52	3,52
5452	20121	<i>Kageronia fuscogrisea</i>	Ephemeroptera	5aB	5a	B	2,06	0,66	4,28	0,49	1,42	1,19	1,18	3,19	2,53	0,00
6459	1028	<i>Plumatella fungosa</i>	Bryozoa	5aB	5a	B	1,05	0,68	4,32	0,60	1,72	1,75	1,62	0,76	1,23	2,33
17763	184	<i>Dytiscus marginalis</i>	Coleoptera	5aB	5a	B	1,45	0,69	4,34	0,68	1,97	1,50	1,27	0,97	0,94	2,67
6487	10425	<i>Polypedilum convictum</i>	Diptera	5aA	5a	A	6,32	0,69	4,34	1,76	0,00	0,00	0,48	6,85	0,91	0,00
5590	956	<i>Hydropsyche bulgaromanorum</i>	Trichoptera	5aC	5a	C	0,86	0,70	4,34	0,55	1,49	1,39	2,17	1,49	0,76	2,16
6863	99	<i>Siphonurus lacustris</i>	Ephemeroptera	5aB	5a	B	1,20	0,70	4,35	0,63	1,81	1,52	1,51	1,00	1,08	2,46
16107	1357	<i>Spirosperma ferox</i>	Oligochaeta	5aB	5a	B	2,44	0,70	4,35	1,65	1,30	1,24	1,08	0,65	0,55	3,52
18357	205	<i>Laccophilus minutus</i>	Coleoptera	5aB	5a	B	1,16	0,71	4,36	0,31	1,90	1,69	1,76	1,08	0,85	2,42
6336	10041	<i>Paratanytarsus sp.</i>	Diptera	5aB	5a	B	2,41	0,73	4,41	0,57	0,95	1,23	1,85	1,91	3,50	0,00
7433	20352	<i>Gomphus flavipes</i>	Odonata	5aB	5a	B	1,02	0,74	4,42	0,30	1,81	1,49	1,61	1,68	0,81	2,31
7805	1340	<i>Pisidium casertanum ponderosum</i>	Bivalvia	5aB	5a	B	3,30	0,75	4,43	2,25	0,00	0,24	0,49	2,77	4,26	0,00
8187	64	<i>Callicorixa praeusta praeusta</i>	Heteroptera	5aB	5a	B	1,23	0,75	4,43	0,64	1,61	1,53	1,53	0,91	1,31	2,48
7088	557	<i>Trianaodes bicolor</i>	Trichoptera	5aC	5a	C	0,99	0,75	4,44	0,58	1,68	1,52	1,33	1,01	1,60	2,27
4324	1096	<i>Anodonta cygnea ssp.</i>	Bivalvia	5aB	5a	B	1,30	0,77	4,46	0,33	1,88	1,50	1,42	1,44	0,89	2,54
6583	604	<i>Prodiamesa olivacea</i>	Diptera	5aC	5a	C	0,98	0,77	4,46	0,88	1,20	1,45	1,39	1,34	1,48	2,27
6674	463	<i>Ranatra linearis</i>	Heteroptera	5aB	5a	B	1,07	0,77	4,47	0,60	1,63	1,51	1,31	0,95	1,65	2,35
6878	468	<i>Somatochlora metallica</i>	Odonata	5aC	5a	C	0,99	0,78	4,49	0,66	1,35	1,39	1,35	1,26	2,27	1,72
6820	621	<i>Setodes punctatus</i>	Trichoptera	5aB	5a	B	1,59	0,80	4,51	0,36	1,80	1,57	1,48	1,02	0,98	2,79
18240	200	<i>Hydroporus palustris</i>	Coleoptera	5aB	5a	B	1,36	0,81	4,54	0,33	1,56	1,60	1,74	1,05	1,14	2,59
18489	504	<i>Noterus crassicornis</i>	Coleoptera	5aC	5a	C	0,80	0,83	4,56	0,51	1,29	1,40	1,79	0,89	2,11	2,00
5449	947	<i>Heptagenia coerulans</i>	Ephemeroptera	5aC	5a	C	0,95	0,85	4,59	0,29	1,45	1,38	1,88	1,18	1,58	2,24
8747	1333	<i>Placobdella costata</i>	Hirudinea	5aB	5a	B	1,74	0,88	4,64	0,37	1,62	1,49	1,38	0,95	1,28	2,92
4222	164	<i>Aeshna cyanea</i>	Odonata	5aB	5a	B	1,06	0,89	4,65	0,60	1,29	1,32	1,37	1,04	2,05	2,33
8360	10494	<i>Ablabesmyia longistyla</i>	Diptera	5aB	5a	B	3,28	0,90	4,66	0,33	1,02	0,81	1,64	1,96	4,24	0,00
6500	10868	<i>Polypedilum sordens</i>	Diptera	5aB	5a	B	4,53	0,90	4,67	0,00	0,00	0,00	5,31	2,72	1,97	0,00
6700	10752	<i>Rheocricotopus fuscipes</i>	Diptera	5aA	5a	A	7,66	0,91	4,68	0,72	0,00	0,00	0,79	8,00	0,50	0,00
6884	1058	<i>Sphaerium rivicola</i>	Bivalvia	5aB	5a	B	1,33	0,92	4,69	0,16	1,70	0,68	1,06	2,57	2,56	1,27
8150	10383	<i>Ylodes simulans</i>	Trichoptera	5aC	5a	C	0,78	0,94	4,72	0,27	1,26	1,07	1,70	1,96	1,66	2,10
6421	1056	<i>Pisidium nitidum</i>	Bivalvia	5aB	5a	B	1,97	0,94	4,72	0,41	0,70	0,86	1,52	3,11	2,60	0,80
4702	10035	<i>Clinotanytus nervosus</i>	Diptera	5aB	5a	B	3,26	0,96	4,74	0,32	0,76	0,85	1,55	2,30	4,22	0,00
8691	1004	<i>Asellus aquaticus</i>	Crustacea	5aB	5a	B	1,93	0,96	4,75	0,99	0,90	1,18	1,17	1,18	1,50	3,09

6373	836	<i>Perlodes dispar</i>	Plecoptera	5aB	5a	B	1,65	0,97	4,76	0,55	1,29	1,16	1,14	0,87	2,84	2,15
6382	20000	<i>Phaenopsectra sp.</i>	Diptera	5aB	5a	B	1,20	0,99	4,78	1,00	0,83	0,81	1,03	1,63	2,46	2,24
6093	852	<i>Nemoura avicularis</i>	Plecoptera	5aB	5a	B	1,18	0,99	4,78	0,27	1,38	1,09	1,49	1,21	2,44	2,13
5732	961	<i>Leptophlebia vespertina</i>	Ephemeroptera	5aB	5a	B	2,67	1,01	4,81	0,58	1,05	1,09	1,01	1,04	3,72	1,51
6169	10580	<i>Odontomesa fulva</i>	Diptera	5aA	5a	A	9,03	1,03	4,83	0,00	0,00	0,83	0,00	9,17	0,00	0,00
4696	10884	<i>Cladotanytarsus vanderwulpi</i>	Diptera	5aA	5a	A	8,40	1,05	4,86	0,00	0,00	0,00	1,37	8,63	0,00	0,00
4806	20176	<i>Cricotopus sylvestris-Gr.</i>	Diptera	5aB	5a	B	2,83	1,09	4,90	0,00	0,00	0,00	3,85	3,29	2,86	0,00
6987	10941	<i>Tanytarsus ejuncidus</i>	Diptera	5aB	5a	B	2,76	1,10	4,92	0,00	0,00	0,00	3,79	3,22	2,99	0,00
6419	1074	<i>Pisidium milium</i>	Bivalvia	5aB	5a	B	2,02	1,11	4,93	0,13	0,76	0,88	1,35	2,70	3,16	1,03
4298	677	<i>Anabolia furcata</i>	Trichoptera	5aB	5a	B	2,06	1,11	4,93	0,54	0,79	0,91	1,72	1,81	1,03	3,19
4831	10037	<i>Cryptochironomus sp.</i>	Diptera	5aB	5a	B	1,29	1,14	4,96	0,32	0,93	0,78	1,69	1,85	1,89	2,53
8127	10966	<i>Tanytarsus signatus</i>	Diptera	5aB	5a	B	3,94	1,25	5,08	0,00	0,00	0,49	3,05	1,66	4,80	0,00
6426	1075	<i>Pisidium subtruncatum</i>	Bivalvia	5aB	5a	B	2,05	1,25	5,08	0,51	0,31	0,51	1,17	3,18	2,64	1,67
4692	20037	<i>Cladotanytarsus mancus-Gr.</i>	Diptera	5aB	5a	B	4,81	1,26	5,09	0,00	0,00	0,25	1,40	5,55	2,81	0,00
8357	10495	<i>Ablabesmyia monilis</i>	Diptera	5aB	5a	B	3,83	1,27	5,10	0,00	0,00	0,24	3,24	1,81	4,71	0,00
5106	10819	<i>Endochironomus tendens</i>	Diptera	5aA	5a	A	5,30	1,37	5,19	0,00	0,00	0,00	4,03	0,00	5,97	0,00
5824	862	<i>Limnephilus decipiens</i>	Trichoptera	5aA	5a	A	5,30	1,46	5,27	0,00	0,00	0,00	3,25	0,79	5,97	0,00
5478	10659	<i>Heterotrissocladius marcidus</i>	Diptera	5aB	5a	B	4,27	1,71	5,47	0,33	0,88	0,75	0,92	1,14	0,90	5,09
16792	10168	<i>Acentropinae Gen. sp.</i>	Lepidoptera	5aA	5a	A	7,24	1,93	5,63	0,00	0,00	0,25	0,87	1,26	7,63	0,00
6488	10426	<i>Polypedilum cultellatum</i>	Diptera	5aA	5a	A	7,29	1,98	5,66	0,00	0,00	0,21	0,66	1,45	7,68	0,00
11133	20081	<i>Procladius (Holotanypus) sp.</i>	Diptera	5aB	5a	B	2,94	2,05	5,70	0,00	0,00	0,40	1,60	1,33	3,95	2,72
7731	20989	<i>Paratanytarsus dissimilis</i>	Diptera	5aA	5a	A	7,64	2,06	5,70	0,00	0,00	0,00	0,95	1,07	7,98	0,00
6474	10863	<i>Polypedilum bicrenatum</i>	Diptera	5aA	5a	A	7,54	2,10	5,73	0,00	0,00	0,00	0,63	1,48	7,90	0,00
16777	1414	<i>Sphaerium ovale</i>	Bivalvia	5aB	5a	B	1,95	2,11	5,73	0,00	0,00	0,43	0,78	2,74	3,10	2,94
7804	1983	<i>Pisidium hibernicum</i>	Bivalvia	5aA	5a	A	7,14	2,12	5,74	0,00	0,00	0,00	0,13	2,32	7,55	0,00
19391	1102	<i>Pisidium casertanum ssp.</i>	Bivalvia	5aA	5a	A	5,36	2,24	5,81	0,11	0,72	0,74	0,77	0,73	0,91	6,03
4988	896	<i>Diura bicaudata</i>	Plecoptera	5aB	5a	B	4,57	2,26	5,82	0,00	0,74	0,00	1,64	0,87	1,41	5,34
6566	10345	<i>Procladius choreus</i>	Diptera	5aB	5a	B	4,96	3,01	6,18	0,00	0,00	0,10	1,16	1,23	1,83	5,68
6423	1979	<i>Pisidium personatum</i>	Bivalvia	5aA	5a	A	7,79	3,76	6,46	0,06	0,25	0,30	0,33	0,64	0,32	8,11
4731	10397	<i>Conchapelopia melanops</i>	Diptera	5aA	5a	A	9,00	4,97	6,81	0,00	0,14	0,02	0,11	0,19	0,40	9,15

A2 Liste der Makrozoobenthos-Taxa mit abgeleiteten Gesamteisen-Präferenzen für organisch dominierte Gewässertypen

ID_ART	DV_NR	Taxonname	Taxagruppe	FeTyp	SWP-K-Kl	Spez_Kl	Spezifizität	SWP_K [mg/l]	IndX	dezIndP_K11	dezIndP_K12	dezIndP_K13	dezIndP_K14	dezIndP_K15	dezIndP_K16
10491	1392	<i>Pontogammarus robustoides</i>	Crustacea	10A	1o	A	6,04	0,23	1,65	6,70	1,15	1,30	0,62	0,24	0,00
5956	857	<i>Melampophylax mucoreus</i>	Trichoptera	10B	1o	B	3,43	0,33	2,09	4,52	2,54	1,13	1,14	0,66	0,00
7173	476	<i>Xenochironomus xenolabis</i>	Diptera	10A	1o	A	5,44	0,33	2,09	6,20	0,00	1,04	2,23	0,53	0,00
5131	1	<i>Serratella ignita</i>	Ephemeroptera	20B	2o	B	3,21	0,35	2,16	4,34	2,36	1,19	1,57	0,55	0,00
5488	10108	<i>Holocentropus picicornis</i>	Trichoptera	20B	2o	B	3,18	0,36	2,18	4,30	0,51	4,32	0,87	0,00	0,00
13965	611	<i>Rhyacophila (Rhyacophila) sp.</i>	Trichoptera	20B	2o	B	2,95	0,36	2,18	4,12	2,59	1,31	1,33	0,66	0,00
6960	1393	<i>Synurella ambulans</i>	Crustacea	20A	2o	A	5,21	0,36	2,20	3,99	0,00	6,01	0,00	0,00	0,00
5064	104	<i>Ecnamus tenellus</i>	Trichoptera	20B	2o	B	2,82	0,36	2,20	4,02	2,40	1,68	1,33	0,58	0,00
4749	1550	<i>Corophium curvispinum</i>	Crustacea	20B	2o	B	2,93	0,36	2,20	4,11	2,34	1,67	1,18	0,71	0,00
18421	28	<i>Limnius volckmari</i>	Coleoptera	20B	2o	B	3,03	0,37	2,21	4,19	2,29	1,56	1,13	0,83	0,00
5865	1967	<i>Limnodrilus profundicola</i>	Oligochaeta	20B	2o	B	2,82	0,37	2,21	4,02	2,54	1,51	1,15	0,78	0,00
5018	1011	<i>Dugesia gonocephala</i>	Turbellaria	20B	2o	B	3,06	0,37	2,22	4,22	2,25	1,49	1,23	0,82	0,00
4999	1097	<i>Dreissena polymorpha</i>	Bivalvia	20B	2o	B	3,06	0,37	2,22	4,22	2,48	1,39	1,08	0,48	0,35
14467	10352	<i>Chrysopilus sp.</i>	Diptera	20B	2o	B	2,90	0,37	2,22	4,09	2,48	1,35	1,32	0,76	0,00
7116	1087	<i>Tubifex tubifex</i>	Oligochaeta	20B	2o	B	2,19	0,37	2,24	3,49	3,12	1,59	1,10	0,70	0,00
4911	1007	<i>Dendrocoelum lacteum</i>	Turbellaria	20B	2o	B	2,70	0,38	2,24	3,92	2,22	1,96	1,31	0,59	0,00
4415	107	<i>Baetis rhodani</i>	Ephemeroptera	20B	2o	B	2,67	0,38	2,25	3,89	2,66	1,69	0,97	0,42	0,38
6075	5966	<i>Nais pseudobtusa</i>	Oligochaeta	20B	2o	B	2,69	0,38	2,25	3,91	2,70	1,27	1,25	0,88	0,00
5101	1365	<i>Enchytraeidae Gen. sp.</i>	Oligochaeta	20B	2o	B	2,72	0,38	2,25	3,93	2,55	1,38	1,33	0,81	0,00
7847	10366	<i>Simulium intermedium</i>	Diptera	20B	2o	B	2,64	0,38	2,26	3,87	2,53	1,48	1,42	0,71	0,00
4321	282	<i>Annitella obscurata</i>	Trichoptera	20B	2o	B	2,60	0,38	2,26	3,83	2,63	1,40	1,40	0,74	0,00
7192	855	<i>Micrasema setiferum setiferum</i>	Trichoptera	20B	2o	B	2,64	0,38	2,27	3,86	2,50	1,53	1,32	0,79	0,00
6833	264	<i>Silo nigricornis</i>	Trichoptera	20B	2o	B	3,15	0,39	2,27	4,29	2,41	1,13	1,14	0,52	0,51
4255	57	<i>Agaylea multipunctata</i>	Trichoptera	20B	2o	B	2,84	0,39	2,27	4,03	2,24	1,50	1,42	0,81	0,00
5819	592	<i>Limnephilus bipunctatus</i>	Trichoptera	20B	2o	B	2,65	0,39	2,28	3,88	2,54	1,39	1,35	0,86	0,00
18347	203	<i>Laccobius striatulus</i>	Coleoptera	20B	2o	B	2,48	0,39	2,28	3,73	2,70	1,38	1,43	0,76	0,00
6072	5004	<i>Nais communis</i>	Oligochaeta	20B	2o	B	2,67	0,39	2,28	3,89	2,49	1,46	1,26	0,90	0,00
6621	1077	<i>Psammoryctides barbatus</i>	Oligochaeta	20B	2o	B	2,42	0,39	2,28	3,68	3,10	1,16	1,09	0,72	0,25
4549	395	<i>Capnia bifrons</i>	Plecoptera	20B	2o	B	2,52	0,39	2,28	3,77	2,63	1,39	1,45	0,77	0,00
5288	1001	<i>Gammarus fossarum</i>	Crustacea	20B	2o	B	2,01	0,39	2,28	3,34	3,24	1,51	1,24	0,51	0,16
4346	1143	<i>Argulus foliaceus</i>	Crustacea	20B	2o	B	2,64	0,39	2,29	3,87	2,53	1,34	1,42	0,85	0,00
5035	718	<i>Ecclisopteryx madida</i>	Trichoptera	20B	2o	B	2,33	0,39	2,29	3,61	2,76	1,56	1,30	0,78	0,00
18634	20565	<i>Paracymus sp.</i>	Coleoptera	20B	2o	B	2,52	0,39	2,29	3,76	2,63	1,39	1,38	0,83	0,00
5658	159	<i>Ischnura elegans</i>	Odonata	20B	2o	B	2,77	0,39	2,29	3,98	1,49	2,65	1,40	0,49	0,00
17507	328	<i>Anacaena sp.</i>	Coleoptera	20B	2o	B	2,52	0,39	2,29	3,76	2,51	1,55	1,39	0,79	0,00
18696	18	<i>Riolus subviolaceus</i>	Coleoptera	20B	2o	B	2,84	0,39	2,29	4,04	2,23	1,39	1,43	0,91	0,00
6396	1958	<i>Physella acuta</i>	Gastropoda	20B	2o	B	2,53	0,39	2,29	3,78	2,52	1,60	1,20	0,91	0,00
4745	67	<i>Corixa punctata</i>	Heteroptera	20B	2o	B	2,43	0,39	2,29	3,69	2,58	1,56	1,42	0,75	0,00
7848	534	<i>Simulium rostratum</i>	Diptera	20B	2o	B	2,49	0,39	2,30	3,74	2,56	1,46	1,43	0,80	0,00
5033	719	<i>Ecclisopteryx dalecarlica</i>	Trichoptera	20B	2o	B	2,48	0,39	2,30	3,73	2,61	1,48	1,27	0,91	0,00
5046	71	<i>Ecdyonurus insignis</i>	Ephemeroptera	20B	2o	B	2,47	0,40	2,30	3,72	2,55	1,51	1,42	0,80	0,00
5275	1018	<i>Fredericella sultana</i>	Bryozoa	20B	2o	B	2,37	0,40	2,30	3,64	2,72	1,35	1,55	0,74	0,00
4629	867	<i>Chalcolestes viridis</i>	Odonata	20B	2o	B	2,31	0,40	2,30	3,59	2,16	2,50	1,12	0,63	0,00
17562	20680	<i>Bagous sp.</i>	Coleoptera	20B	2o	B	2,51	0,40	2,31	3,76	2,62	1,34	1,36	0,92	0,00
6025	10112	<i>Micropterna testacea</i>	Trichoptera	20B	2o	B	2,53	0,40	2,31	3,78	2,50	1,47	1,38	0,88	0,00
7837	10179	<i>Simulium costatum</i>	Diptera	20B	2o	B	2,36	0,40	2,31	3,63	2,58	1,62	1,39	0,78	0,00
4696	10884	<i>Cladotanytarsus vanderwulpi</i>	Diptera	20B	2o	B	3,31	0,40	2,31	2,08	4,42	1,82	1,68	0,00	0,00
5307	1331	<i>Glossiphonia concolor</i>	Hirudinea	20B	2o	B	2,52	0,40	2,31	3,76	2,59	1,42	1,22	1,02	0,00
17775	80	<i>Elmis obscura</i>	Coleoptera	20B	2o	B	2,38	0,40	2,32	3,65	2,64	1,49	1,32	0,89	0,00

6661	324	<i>Psychomyia pusilla</i>	Trichoptera	ZoB	2o	B	2,09	0,40	2,32	3,41	2,89	1,50	1,55	0,66	0,00
11177	1175	<i>Corbicula "fluminalis"</i>	Bivalvia	2oB	2o	B	2,42	0,40	2,32	3,69	2,53	1,43	1,64	0,71	0,00
6272	1972	<i>Pacifastacus leniusculus</i>	Crustacea	2oB	2o	B	2,14	0,40	2,32	3,45	2,89	1,48	1,40	0,79	0,00
7096	10114	<i>Trichostegia minor</i>	Trichoptera	2oB	2o	B	2,38	0,40	2,32	3,65	2,55	1,50	1,56	0,74	0,00
17461	41	<i>Agabus biguttatus</i>	Coleoptera	2oB	2o	B	2,32	0,40	2,32	3,60	2,61	1,60	1,37	0,82	0,00
6532	1501	<i>Potamothrix heuscheri</i>	Oligochaeta	2oB	2o	B	2,26	0,40	2,32	3,55	2,67	1,62	1,35	0,81	0,00
8201	10153	<i>Micronecta poweri poweri</i>	Heteroptera	2oB	2o	B	2,35	0,40	2,32	3,62	2,57	1,56	1,47	0,78	0,00
9249	15136	<i>Mermithidae Gen. sp.</i>	Nematoda	2oB	2o	B	2,28	0,40	2,32	3,57	2,63	1,59	1,44	0,77	0,00
5298	607	<i>Gerris argentatus</i>	Heteroptera	2oB	2o	B	2,54	0,40	2,32	3,79	2,48	1,45	1,31	0,98	0,00
6074	5967	<i>Nais pardalis</i>	Oligochaeta	2oB	2o	B	2,40	0,40	2,32	3,67	2,56	1,55	1,33	0,90	0,00
7114	1194	<i>Tubifex ignotus</i>	Oligochaeta	2oB	2o	B	2,44	0,40	2,32	3,70	2,80	1,22	1,14	1,14	0,00
4479	62	<i>Brachycentrus montanus</i>	Trichoptera	2oB	2o	B	2,45	0,40	2,32	3,71	2,44	1,55	1,50	0,80	0,00
6315	5822	<i>Paranais frici</i>	Oligochaeta	2oB	2o	B	2,23	0,40	2,32	3,52	2,75	1,51	1,43	0,80	0,00
11227	1388	<i>Crangonyx pseudogracilis</i>	Crustacea	2oB	2o	B	2,41	0,40	2,32	3,68	2,61	1,44	1,32	0,95	0,00
4494	1091	<i>Branchiura sowderbyi</i>	Oligochaeta	2oB	2o	B	2,38	0,40	2,33	3,65	2,75	1,29	1,28	1,03	0,00
16815	30294	<i>Fanniidae Gen. sp.</i>	Diptera	2oB	2o	B	2,23	0,40	2,33	3,53	2,69	1,52	1,51	0,76	0,00
6463	1016	<i>Polycelis felina</i>	Turbellaria	2oB	2o	B	2,75	0,40	2,33	3,96	2,19	1,36	1,60	0,89	0,00
8427	556	<i>Dolichopodidae Gen. sp.</i>	Diptera	2oB	2o	B	2,56	0,40	2,33	3,80	2,32	1,50	1,54	0,84	0,00
6071	5075	<i>Nais bretscheri</i>	Oligochaeta	2oB	2o	B	1,97	0,40	2,33	3,30	2,97	1,66	1,27	0,81	0,00
4621	5113	<i>Chaetogaster sp.</i>	Oligochaeta	2oB	2o	B	2,27	0,40	2,33	3,56	2,73	1,36	1,58	0,79	0,00
4874	925	<i>Cyrnus flavidus</i>	Trichoptera	2oB	2o	B	2,39	0,40	2,33	3,66	2,25	2,06	1,18	0,85	0,00
20172	20951	<i>Limnius muelleri/opacus</i>	Coleoptera	2oB	2o	B	2,50	0,40	2,33	3,75	2,53	1,29	1,52	0,92	0,00
4983	20106	<i>Diplectrona felix</i>	Trichoptera	2oB	2o	B	2,39	0,41	2,33	3,66	2,60	1,33	1,56	0,85	0,00
22042	1586	<i>Dreissena rostriformis</i>	Bivalvia	2oB	2o	B	2,22	0,41	2,33	3,52	2,65	1,61	1,42	0,80	0,00
9810	1135	<i>Gordius aquaticus</i>	Nematomorph	2oB	2o	B	2,34	0,41	2,33	3,62	2,62	1,39	1,55	0,82	0,00
14104	655	<i>Sisyr dalii</i>	Planipennia	2oB	2o	B	2,18	0,41	2,33	3,48	2,75	1,46	1,57	0,75	0,00
10377	20422	<i>Jungiella sp.</i>	Diptera	2oB	2o	B	2,40	0,41	2,34	3,67	2,48	1,49	1,56	0,81	0,00
6665	462	<i>Ptilocolepus granulatus granulatus</i>	Trichoptera	2oB	2o	B	2,38	0,41	2,34	3,65	2,59	1,42	1,40	0,94	0,00
5237	10172	<i>Leuctra geniculata</i>	Plecoptera	2oB	2o	B	2,16	0,41	2,34	3,47	2,77	1,51	1,40	0,85	0,00
7815	1995	<i>Paludicella articulata</i>	Bryozoa	2oB	2o	B	2,32	0,41	2,34	3,60	2,60	1,47	1,46	0,88	0,00
17654	927	<i>Copelatus haemorrhoidalis</i>	Coleoptera	2oB	2o	B	2,36	0,41	2,34	3,63	2,58	1,47	1,39	0,94	0,00
6731	10060	<i>Rhithrogena hercynia</i>	Ephemeroptera	2oB	2o	B	2,32	0,41	2,34	3,60	2,60	1,47	1,46	0,88	0,00
18693	16	<i>Riolus cupreus</i>	Coleoptera	2oB	2o	B	2,39	0,41	2,34	3,66	2,48	1,58	1,34	0,94	0,00
17744	10025	<i>Dryops luridus</i>	Coleoptera	2oB	2o	B	2,27	0,41	2,34	3,56	2,48	1,64	1,59	0,72	0,00
5596	72	<i>Hydropsyche fulvipes</i>	Trichoptera	2oB	2o	B	2,27	0,41	2,34	3,56	2,62	1,54	1,36	0,92	0,00
6523	237	<i>Potamophylax luctuosus luctuosus</i>	Trichoptera	2oB	2o	B	2,33	0,41	2,34	3,61	2,53	1,47	1,60	0,80	0,00
4636	481	<i>Chaoborus sp.</i>	Diptera	2oB	2o	B	2,32	0,41	2,35	3,60	2,69	1,38	1,30	1,03	0,00
4974	1948	<i>Dina punctata</i>	Hirudinea	2oB	2o	B	2,30	0,41	2,35	3,59	2,64	1,40	1,45	0,92	0,00
4579	208	<i>Ceraclea annulicornis</i>	Trichoptera	2oB	2o	B	2,12	0,41	2,35	3,44	2,80	1,48	1,39	0,89	0,00
5947	1200	<i>Marstoniopsis scholtzi</i>	Gastropoda	2oB	2o	B	1,71	0,41	2,35	3,09	2,77	2,37	1,11	0,66	0,00
8820	777	<i>Simulium angustipes</i>	Diptera	2oB	2o	B	2,36	0,41	2,35	3,63	2,63	1,39	1,32	1,03	0,00
6257	542	<i>Orthotrichia costalis</i>	Trichoptera	2oB	2o	B	2,05	0,41	2,35	3,37	2,73	1,69	1,45	0,77	0,00
6776	466	<i>Rhyacophila praemorsa</i>	Trichoptera	2oB	2o	B	2,35	0,41	2,35	3,63	2,48	1,57	1,39	0,94	0,00
4330	583	<i>Antocha sp.</i>	Diptera	2oB	2o	B	2,29	0,41	2,35	3,57	2,58	1,44	1,57	0,84	0,00
17786	20605	<i>Elodes marginata</i>	Coleoptera	2oB	2o	B	2,28	0,41	2,35	3,57	2,58	1,46	1,52	0,87	0,00
4813	1065	<i>Criodrilus lacuum</i>	Oligochaeta	2oB	2o	B	2,23	0,41	2,35	3,52	2,63	1,49	1,50	0,86	0,00
5125	10452	<i>Ephemera glaucops</i>	Ephemeroptera	2oB	2o	B	2,23	0,41	2,36	3,53	2,66	1,51	1,34	0,96	0,00
4671	616	<i>Chloroperla sp.</i>	Plecoptera	2oB	2o	B	2,50	0,41	2,36	3,75	2,37	1,39	1,52	0,97	0,00
4563	1927	<i>Caspiobdella fadejewi</i>	Hirudinea	2oB	2o	B	2,15	0,41	2,36	3,46	2,70	1,58	1,32	0,94	0,00
7517	1268	<i>Dikerogammarus villosus</i>	Crustacea	2oB	2o	B	2,43	0,41	2,36	3,70	2,60	1,41	1,01	1,29	0,00

9477	20107	<i>Bibionidae Gen. sp.</i>	Diptera	2oB	2o	B	2,30	0,41	2,36	3,58	2,50	1,51	1,53	0,87	0,00
6851	535	<i>Simulium posticatum</i>	Diptera	2oB	2o	B	2,37	0,41	2,36	3,64	2,36	1,64	1,47	0,89	0,00
5463	10144	<i>Hesperocorixa sahlbergi</i>	Heteroptera	2oB	2o	B	2,32	0,42	2,36	3,60	2,39	1,49	1,82	0,70	0,00
6826	10145	<i>Sigara lateralis</i>	Heteroptera	2oB	2o	B	2,16	0,42	2,36	3,46	2,68	1,46	1,55	0,85	0,00
20453	1415	<i>Theodoxus fluviatilis fluviatilis</i>	Gastropoda	2oB	2o	B	2,45	0,42	2,37	3,71	2,39	1,35	1,64	0,91	0,00
4441	934	<i>Beraea pullata</i>	Trichoptera	2oB	2o	B	2,14	0,42	2,37	3,45	2,67	1,50	1,54	0,84	0,00
6195	5186	<i>Ophidona is serpentina</i>	Oligochaeta	2oB	2o	B	1,96	0,42	2,37	3,30	2,78	1,75	1,33	0,85	0,00
5867	1053	<i>Limnodrilus udekemianus</i>	Oligochaeta	2oB	2o	B	2,53	0,42	2,37	3,78	2,43	1,40	1,10	1,29	0,00
6176	620	<i>Oecismus monedula monedula</i>	Trichoptera	2oB	2o	B	2,23	0,42	2,37	3,52	2,60	1,47	1,51	0,91	0,00
4574	20135	<i>Procloeon pennulatum</i>	Ephemeroptera	2oB	2o	B	2,19	0,42	2,37	3,49	2,76	1,36	1,34	1,05	0,00
5481	497	<i>Hexatoma sp.</i>	Diptera	2oB	2o	B	2,07	0,42	2,37	3,39	2,71	1,54	1,54	0,82	0,00
5022	1104	<i>Dugesia tigrina</i>	Turbellaria	2oB	2o	B	2,08	0,42	2,37	2,90	3,40	1,49	1,53	0,68	0,00
6885	1931	<i>Sphaerium solidum</i>	Bivalvia	2oB	2o	B	2,37	0,42	2,37	3,64	2,30	1,57	1,69	0,80	0,00
5817	750	<i>Limnephilus auricula</i>	Trichoptera	2oB	2o	B	2,20	0,42	2,37	3,50	2,66	1,41	1,49	0,95	0,00
4207	584	<i>Acrophylax zerberus</i>	Trichoptera	2oB	2o	B	2,44	0,42	2,37	3,70	2,37	1,44	1,50	1,00	0,00
6533	1192	<i>Potamotheix moldaviensis</i>	Oligochaeta	2oB	2o	B	2,27	0,42	2,37	3,56	2,48	1,50	1,59	0,87	0,00
19354	20254	<i>Liponeura cinerascens ssp.</i>	Diptera	2oB	2o	B	2,42	0,42	2,37	3,69	2,38	1,47	1,42	1,04	0,00
5135	131	<i>Ephemera mucronata</i>	Ephemeroptera	2oB	2o	B	2,22	0,42	2,37	3,51	2,50	1,54	1,64	0,81	0,00
7194	10113	<i>Enoicyla pusilla</i>	Trichoptera	2oB	2o	B	2,18	0,42	2,37	3,49	2,57	1,56	1,49	0,90	0,00
7190	958	<i>Hydropsyche exocellata</i>	Trichoptera	2oB	2o	B	2,31	0,42	2,38	3,59	2,46	1,50	1,53	0,92	0,00
18417	198	<i>Limnius opacus</i>	Coleoptera	2oB	2o	B	2,21	0,42	2,38	3,51	2,64	1,40	1,50	0,96	0,00
5958	1304	<i>Melanoides tuberculatus</i>	Gastropoda	2oB	2o	B	2,42	0,42	2,38	3,68	2,35	1,48	1,49	1,00	0,00
5903	1960	<i>Lumbricillus sp.</i>	Oligochaeta	2oB	2o	B	2,11	0,42	2,38	3,42	2,61	1,62	1,46	0,88	0,00
6465	1015	<i>Polycelis tenuis</i>	Turbellaria	2oB	2o	B	2,15	0,42	2,38	3,46	2,64	1,45	1,56	0,89	0,00
6855	538	<i>Simulium variegatum</i>	Diptera	2oB	2o	B	2,22	0,42	2,38	3,52	2,50	1,57	1,50	0,91	0,00
5833	10307	<i>Limnephilus hirsutus</i>	Trichoptera	2oB	2o	B	2,40	0,42	2,38	3,67	2,38	1,50	1,41	1,05	0,00
11203	20272	<i>Sigara dorsalis</i>	Heteroptera	2oB	2o	B	2,28	0,42	2,38	3,57	2,45	1,57	1,45	0,97	0,00
6795	10460	<i>Rhypholophus sp.</i>	Diptera	2oB	2o	B	2,07	0,42	2,38	3,39	2,74	1,50	1,45	0,92	0,00
7259	10092	<i>Pseudolimnophila sp.</i>	Diptera	2oB	2o	B	2,09	0,42	2,38	3,41	2,73	1,50	1,38	0,99	0,00
5893	703	<i>Lithax niger</i>	Trichoptera	2oB	2o	B	1,98	0,42	2,38	3,32	2,65	1,72	1,51	0,80	0,00
4580	793	<i>Ceraclea dissimilis</i>	Trichoptera	2oB	2o	B	1,77	0,42	2,38	3,15	2,91	1,62	1,64	0,69	0,00
6492	10365	<i>Polypedilum nubeculosum</i>	Diptera	2oB	2o	B	4,05	0,42	2,38	3,60	0,28	5,04	0,85	0,23	0,00
8254	1311	<i>Stagnicola fuscus</i>	Gastropoda	2oB	2o	B	2,29	0,42	2,38	3,58	2,50	1,46	1,45	1,02	0,00
18345	309	<i>Laccobius sinuatus sinuatus</i>	Coleoptera	2oB	2o	B	2,35	0,42	2,38	3,63	2,44	1,44	1,47	1,03	0,00
18302	20260	<i>Ilybius chalconatus</i>	Coleoptera	2oB	2o	B	2,08	0,42	2,39	3,40	2,66	1,56	1,46	0,93	0,00
18266	10344	<i>Hygrobia hermanni</i>	Coleoptera	2oB	2o	B	2,29	0,42	2,39	3,58	2,41	1,46	1,68	0,87	0,00
4718	424	<i>Coenagrion mercuriale</i>	Odonata	2oB	2o	B	2,27	0,42	2,39	3,56	2,48	1,50	1,44	1,01	0,00
17483	646	<i>Agabus nebulosus</i>	Coleoptera	2oB	2o	B	2,21	0,42	2,39	3,51	2,54	1,53	1,42	1,00	0,00
9363	1243	<i>Dendrocoelum romanodanubiale</i>	Turbellaria	2oB	2o	B	2,21	0,42	2,39	3,51	2,54	1,53	1,42	1,00	0,00
6812	1346	<i>Segmentina nitida</i>	Gastropoda	2oB	2o	B	1,98	0,42	2,39	3,31	2,62	1,80	1,42	0,85	0,00
4624	528	<i>Chaetopteryx major</i>	Trichoptera	2oB	2o	B	2,15	0,42	2,39	3,46	2,50	1,53	1,73	0,79	0,00
9322	20050	<i>Syrphidae Gen. sp.</i>	Diptera	2oB	2o	B	2,14	0,42	2,39	3,45	2,61	1,47	1,54	0,93	0,00
6464	1080	<i>Polycelis nigra</i>	Turbellaria	2oB	2o	B	2,28	0,43	2,39	3,56	2,53	1,43	1,37	1,10	0,00
6529	1257	<i>Potamotheix bavaricus</i>	Oligochaeta	2oB	2o	B	2,16	0,43	2,39	3,47	2,55	1,45	1,64	0,89	0,00
9456	492	<i>Catocalpa lemnata</i>	Lepidoptera	2oB	2o	B	1,73	0,43	2,39	3,11	2,73	1,99	1,45	0,72	0,00
6784	244	<i>Rhyacophila tristis</i>	Trichoptera	2oB	2o	B	2,09	0,43	2,39	3,41	2,64	1,53	1,45	0,97	0,00
13411	20491	<i>Lipsothrix sp.</i>	Diptera	2oB	2o	B	2,13	0,43	2,40	3,44	2,59	1,47	1,56	0,94	0,00
4310	1005	<i>Ancylus fluviatilis</i>	Gastropoda	2oB	2o	B	1,97	0,43	2,40	3,31	2,55	1,90	1,38	0,88	0,00
4741	427	<i>Cordulia aenea</i>	Odonata	2oB	2o	B	2,17	0,43	2,40	3,48	2,56	1,50	1,41	1,05	0,00
6911	817	<i>Stenophylax permistus</i>	Trichoptera	2oB	2o	B	2,17	0,43	2,40	3,48	2,60	1,38	1,56	0,99	0,00

6778	821	<i>Rhyacophila pubescens</i>	Trichoptera	2oB	2o	B	2,16	0,43	2,40	3,47	2,63	1,43	1,40	1,07	0,00
6849	753	<i>Simulium morsitans</i>	Diptera	2oB	2o	B	2,10	0,43	2,40	3,42	2,64	1,44	1,53	0,97	0,00
6560	5078	<i>Pristina sp.</i>	Oligochaeta	2oB	2o	B	2,10	0,43	2,40	3,42	2,64	1,44	1,53	0,97	0,00
5603	957	<i>Hydropsyche silfvenii</i>	Trichoptera	2oB	2o	B	2,16	0,43	2,40	3,47	2,51	1,56	1,48	0,99	0,00
17883	352	<i>Halipilus flavicollis</i>	Coleoptera	2oB	2o	B	2,05	0,43	2,40	3,38	2,49	1,74	1,52	0,87	0,00
17650	987	<i>Colymbetes sp.</i>	Coleoptera	2oB	2o	B	2,08	0,43	2,40	3,40	2,63	1,48	1,52	0,97	0,00
18048	951	<i>Hydraena dentipes</i>	Coleoptera	2oB	2o	B	2,25	0,43	2,40	3,54	2,52	1,42	1,43	1,09	0,00
13514	1453	<i>Mysis relicta</i>	Crustacea	2oB	2o	B	2,06	0,43	2,40	3,38	2,73	1,45	1,37	1,08	0,00
17919	50	<i>Helophorus brevipalpis</i>	Coleoptera	2oB	2o	B	1,93	0,43	2,40	3,28	2,72	1,64	1,41	0,95	0,00
6586	1338	<i>Propappus volki</i>	Oligochaeta	2oB	2o	B	2,38	0,43	2,40	3,65	2,30	1,35	1,76	0,94	0,00
9712	10995	<i>Atrichopogon sp.</i>	Diptera	2oB	2o	B	2,28	0,43	2,41	3,57	2,45	1,43	1,45	1,10	0,00
7839	10181	<i>Simulium cryophilum</i>	Diptera	2oB	2o	B	2,11	0,43	2,41	3,42	2,61	1,48	1,46	1,03	0,00
5080	691	<i>Electrogena lateralis</i>	Ephemeroptera	2oB	2o	B	2,36	0,43	2,41	3,63	2,32	1,37	1,69	0,98	0,00
6524	238	<i>Potamophylax nigricornis</i>	Trichoptera	2oB	2o	B	2,21	0,43	2,41	3,51	2,45	1,48	1,57	1,00	0,00
5056	783	<i>Ecdyonurus submontanus</i>	Ephemeroptera	2oB	2o	B	2,07	0,43	2,41	3,39	2,59	1,56	1,45	1,02	0,00
13280	20192	<i>Scleroprocta sp.</i>	Diptera	2oB	2o	B	2,13	0,43	2,41	3,44	2,49	1,55	1,54	0,98	0,00
4524	10053	<i>Caenis pseudorivulorum</i>	Ephemeroptera	2oB	2o	B	2,11	0,43	2,41	3,43	2,27	1,85	1,66	0,79	0,00
7111	1221	<i>Trochospongilla horrida</i>	Porifera	2oB	2o	B	2,14	0,43	2,41	3,45	2,50	1,48	1,64	0,94	0,00
18722	270	<i>Stenelmis canaliculata</i>	Coleoptera	2oB	2o	B	2,16	0,43	2,41	3,46	2,59	1,42	1,40	1,13	0,00
8191	20264	<i>Cymatia rogenhoferi</i>	Heteroptera	2oB	2o	B	2,08	0,43	2,41	3,40	2,46	1,57	1,74	0,83	0,00
18706	10380	<i>Scirtes sp.</i>	Coleoptera	2oB	2o	B	1,99	0,43	2,41	3,32	2,69	1,42	1,66	0,91	0,00
4205	1095	<i>Acroloxus lacustris</i>	Gastropoda	2oB	2o	B	2,09	0,43	2,41	3,41	2,22	2,41	1,12	0,49	0,36
17578	516	<i>Berosus signaticollis</i>	Coleoptera	2oB	2o	B	2,17	0,43	2,41	3,48	2,52	1,49	1,41	1,11	0,00
6408	1027	<i>Piscicola geometra</i>	Hirudinea	2oB	2o	B	1,90	0,43	2,42	3,25	2,73	1,56	1,55	0,91	0,00
14107	1999	<i>Ephydatia muelleri</i>	Porifera	2oB	2o	B	2,01	0,43	2,42	3,34	2,50	1,63	1,71	0,82	0,00
6903	1233	<i>Stagnicola corvus</i>	Gastropoda	2oB	2o	B	2,16	0,43	2,42	3,47	2,51	1,42	1,62	0,99	0,00
5894	446	<i>Lithax obscurus</i>	Trichoptera	2oB	2o	B	2,04	0,43	2,42	3,37	2,52	1,65	1,51	0,96	0,00
6521	20345	<i>Potamophylax cingulatus cingulatus</i>	Trichoptera	2oB	2o	B	2,08	0,43	2,42	3,40	2,65	1,41	1,46	1,08	0,00
4377	1356	<i>Aulodrilus pluriseta</i>	Oligochaeta	2oB	2o	B	1,84	0,44	2,42	3,20	2,77	1,56	1,60	0,87	0,00
18110	92	<i>Hydraena pygmaea</i>	Coleoptera	2oB	2o	B	2,13	0,44	2,42	3,44	2,54	1,44	1,55	1,03	0,00
8251	1036	<i>Potamopyrgus antipodarum</i>	Gastropoda	2oB	2o	B	2,12	0,44	2,42	3,43	2,59	1,47	1,48	0,91	0,12
5751	275	<i>Leuctra braueri</i>	Plecoptera	2oB	2o	B	2,36	0,44	2,42	3,64	2,33	1,37	1,55	1,12	0,00
20153	20943	<i>Drusus annulatus/biquttatus</i>	Trichoptera	2oB	2o	B	2,13	0,44	2,42	3,44	2,49	1,58	1,39	1,10	0,00
18330	694	<i>Laccobius bipunctatus</i>	Coleoptera	2oB	2o	B	2,16	0,44	2,42	3,46	2,64	1,30	1,40	1,19	0,00
5015	922	<i>Drusus trifidus</i>	Trichoptera	2oB	2o	B	2,12	0,44	2,42	3,43	2,48	1,50	1,61	0,98	0,00
5770	20383	<i>Leuctra inermis-Gr.</i>	Plecoptera	2oB	2o	B	2,26	0,44	2,42	3,55	2,34	1,53	1,52	1,07	0,00
20151	20381	<i>Leuctra fusca-Gr.</i>	Plecoptera	2oB	2o	B	2,04	0,44	2,42	3,37	2,63	1,49	1,44	1,07	0,00
6092	452	<i>Nematelus sp.</i>	Diptera	2oB	2o	B	2,18	0,44	2,42	3,48	2,43	1,47	1,63	0,99	0,00
17778	291	<i>Elmis rioloides</i>	Coleoptera	2oB	2o	B	2,05	0,44	2,42	3,38	2,52	1,56	1,58	0,96	0,00
6127	1121	<i>Niphargus sp.</i>	Crustacea	2oB	2o	B	2,18	0,44	2,42	3,48	2,38	1,60	1,49	1,05	0,00
7737	832	<i>Dixa puberula</i>	Diptera	2oB	2o	B	2,10	0,44	2,42	3,42	2,57	1,46	1,46	1,09	0,00
8518	1344	<i>Barbronia weberi</i>	Hirudinea	2oB	2o	B	2,10	0,44	2,42	3,42	2,57	1,46	1,46	1,09	0,00
6311	10519	<i>Paramerina cingulata</i>	Diptera	2oB	2o	B	2,95	0,44	2,42	4,13	0,00	3,37	2,51	0,00	0,00
8761	555	<i>Stratiomyiidae Gen. sp.</i>	Diptera	2oB	2o	B	2,09	0,44	2,43	3,41	1,97	2,25	1,69	0,68	0,00
6963	486	<i>Tabanus sp.</i>	Diptera	2oB	2o	B	2,15	0,44	2,43	3,46	2,46	1,49	1,56	1,04	0,00
7108	1966	<i>Trocheta pseudodina</i>	Hirudinea	2oB	2o	B	2,25	0,44	2,43	3,54	2,35	1,51	1,51	1,10	0,00
10400	1386	<i>Echinogammarus trichiatus</i>	Crustacea	2oB	2o	B	2,12	0,44	2,43	3,43	2,48	1,59	1,39	1,12	0,00
6744	20	<i>Rhithrogena semicolorata</i>	Ephemeroptera	2oB	2o	B	2,19	0,44	2,43	3,49	2,35	1,52	1,64	1,00	0,00
7066	805	<i>Tinodes rostocki</i>	Trichoptera	2oB	2o	B	2,02	0,44	2,43	3,35	2,47	1,59	1,73	0,86	0,00
4261	1332	<i>Alboglossiphonia heteroclita</i>	Hirudinea	2oB	2o	B	1,56	0,44	2,43	2,96	2,81	2,01	1,41	0,81	0,00

9752	10191	<i>Simulium (Nevermannia) sp.</i>	Diptera	2oB	2o	B	2,28	0,44	2,43	3,56	2,36	1,39	1,59	1,10	0,00
9090	10340	<i>Microvelia sp.</i>	Heteroptera	2oB	2o	B	1,80	0,44	2,43	3,16	2,72	1,69	1,52	0,92	0,00
4708	157	<i>Cloeon simile</i>	Ephemeroptera	2oB	2o	B	2,06	0,44	2,43	3,38	2,36	1,79	1,51	0,96	0,00
5655	1336	<i>Ilyodrilus templetoni</i>	Oligochaeta	2oB	2o	B	2,20	0,44	2,43	3,50	2,41	1,45	1,56	1,08	0,00
7854	1976	<i>Dikeroгамmarus haemobaphes</i>	Crustacea	2oB	2o	B	2,06	0,44	2,43	3,38	3,09	1,07	1,32	0,58	0,56
18091	90	<i>Hydraena minutissima</i>	Coleoptera	2oB	2o	B	2,12	0,44	2,43	3,44	2,48	1,50	1,46	1,12	0,00
5001	923	<i>Drusus annulatus</i>	Trichoptera	2oB	2o	B	1,93	0,44	2,43	3,28	2,68	1,50	1,51	1,04	0,00
4416	349	<i>Baetis scambus</i>	Ephemeroptera	2oB	2o	B	1,96	0,44	2,43	3,30	2,51	1,62	1,68	0,89	0,00
17910	341	<i>Helochaers sp.</i>	Coleoptera	2oB	2o	B	2,11	0,44	2,44	3,43	2,53	1,48	1,39	1,18	0,00
10692	20781	<i>Liponeura cinerascens cinerascens</i>	Diptera	2oB	2o	B	2,14	0,44	2,44	3,45	2,45	1,44	1,63	1,04	0,00
6850	536	<i>Simulium noelleri</i>	Diptera	2oB	2o	B	1,96	0,44	2,44	3,30	2,49	1,66	1,65	0,90	0,00
18225	883	<i>Hydroporus memnonius</i>	Coleoptera	2oB	2o	B	1,88	0,44	2,44	3,23	2,68	1,52	1,64	0,94	0,00
5886	20191	<i>Liponeura cinerascens minor</i>	Diptera	2oB	2o	B	1,93	0,44	2,44	3,28	2,65	1,55	1,48	1,04	0,00
5462	357	<i>Hesperocorixa linnaei</i>	Heteroptera	2oB	2o	B	2,19	0,44	2,44	3,49	2,26	1,61	1,64	0,99	0,00
8739	231	<i>Osmylus fulvicephalus</i>	Planipennia	2oB	2o	B	1,98	0,44	2,44	3,32	2,62	1,43	1,64	1,00	0,00
4264	162	<i>Allogamus auricollis</i>	Trichoptera	2oB	2o	B	1,96	0,44	2,44	3,30	2,61	1,46	1,66	0,97	0,00
17503	129	<i>Anacaena globulus</i>	Coleoptera	2oB	2o	B	1,95	0,44	2,44	3,29	2,42	1,74	1,70	0,85	0,00
18407	337	<i>Limnebius sp.</i>	Coleoptera	2oB	2o	B	1,98	0,44	2,44	3,32	2,50	1,71	1,42	1,06	0,00
6742	10454	<i>Rhithrogena puytoraci</i>	Ephemeroptera	2oB	2o	B	2,05	0,44	2,44	3,38	2,31	1,69	1,75	0,87	0,00
4336	1042	<i>Aplexa hypnorum</i>	Gastropoda	2oB	2o	B	1,94	0,44	2,44	3,29	2,59	1,51	1,63	0,99	0,00
7994	1495	<i>Aulodrilus japonicus</i>	Oligochaeta	2oB	2o	B	1,87	0,45	2,45	3,22	2,67	1,41	1,83	0,87	0,00
9272	1997	<i>Atyaephyra desmaresti</i>	Crustacea	2oB	2o	B	2,07	0,45	2,45	3,39	2,45	1,46	1,70	1,00	0,00
17932	318	<i>Helophorus grandis</i>	Coleoptera	2oB	2o	B	2,09	0,45	2,45	3,41	2,34	1,54	1,79	0,92	0,00
8144	20098	<i>Tinodes assimilis</i>	Trichoptera	2oB	2o	B	2,32	0,45	2,45	3,60	2,36	1,33	1,39	1,33	0,00
6430	1010	<i>Planaria torva</i>	Turbellaria	2oB	2o	B	2,13	0,45	2,45	3,44	2,40	1,50	1,54	1,12	0,00
4364	20130	<i>Ibsia marginata</i>	Diptera	2oB	2o	B	1,99	0,45	2,45	3,32	2,36	1,67	1,79	0,86	0,00
16959	1409	<i>Radix bathica</i>	Gastropoda	2oB	2o	B	2,06	0,45	2,45	3,39	2,18	2,14	1,34	0,78	0,19
5483	1051	<i>Hippeutis complanatus</i>	Gastropoda	2oB	2o	B	1,60	0,45	2,45	3,00	2,16	2,95	1,12	0,77	0,00
6376	235	<i>Perlodes microcephalus</i>	Plecoptera	2oB	2o	B	2,08	0,45	2,45	3,40	2,32	1,66	1,60	1,02	0,00
5677	714	<i>Ithytrichia lamellaris</i>	Trichoptera	2oB	2o	B	1,74	0,45	2,45	3,11	2,78	1,56	1,56	0,99	0,00
4512	1124	<i>Bythinella dunkeri</i>	Gastropoda	2oB	2o	B	2,08	0,45	2,45	3,40	2,46	1,44	1,59	1,11	0,00
5149	1188	<i>Eriocheir sinensis</i>	Crustacea	2oB	2o	B	2,03	0,45	2,46	3,36	2,39	1,52	1,83	0,91	0,00
4771	1046	<i>Crenobia alpina</i>	Turbellaria	2oB	2o	B	1,87	0,45	2,46	3,22	2,52	1,62	1,77	0,88	0,00
5845	10109	<i>Limnephilus stigma</i>	Trichoptera	2oB	2o	B	2,12	0,45	2,46	3,43	2,40	1,45	1,61	1,12	0,00
4348	1166	<i>Argulus sp.</i>	Crustacea	2oB	2o	B	1,97	0,45	2,46	3,31	2,56	1,44	1,62	1,08	0,00
7144	1419	<i>Valvata piscinalis piscinalis</i>	Gastropoda	2oB	2o	B	2,03	0,45	2,46	3,36	1,43	3,06	1,54	0,61	0,00
14420	602	<i>Tipula lateralis-Gr.</i>	Diptera	2oB	2o	B	1,81	0,45	2,46	3,18	2,59	1,64	1,64	0,95	0,00
7139	1062	<i>Unio tumidus tumidus</i>	Bivalvia	2oB	2o	B	2,01	0,45	2,46	3,34	2,01	2,17	1,66	0,82	0,00
4613	1385	<i>Echinogammarus ischnus</i>	Crustacea	2oB	2o	B	2,22	0,45	2,46	3,52	2,17	1,59	1,64	1,09	0,00
17701	182	<i>Deronectes latus</i>	Coleoptera	2oB	2o	B	1,93	0,45	2,47	3,28	2,53	1,52	1,61	1,07	0,00
5238	1133	<i>Eunapius fragilis</i>	Porifera	2oB	2o	B	1,81	0,45	2,47	3,18	2,65	1,50	1,66	1,01	0,00
18182	20144	<i>Hydroglyphus geminus</i>	Coleoptera	2oB	2o	B	1,87	0,45	2,47	3,23	2,52	1,62	1,61	1,03	0,00
18468	20155	<i>Nebrioporus elegans</i>	Coleoptera	2oB	2o	B	2,15	0,45	2,47	3,46	2,16	1,70	1,59	1,09	0,00
4973	1998	<i>Dina lineata</i>	Hirudinea	2oB	2o	B	2,02	0,45	2,47	3,35	2,42	1,50	1,64	1,09	0,00
7083	713	<i>Tarleya major</i>	Ephemeroptera	2oB	2o	B	1,90	0,45	2,47	3,25	2,40	1,68	1,73	0,94	0,00
8696	1207	<i>Proasellus meridianus</i>	Crustacea	2oB	2o	B	1,79	0,45	2,47	3,16	2,52	1,67	1,75	0,90	0,00
4465	20108	<i>Blephariceridae Gen. sp.</i>	Diptera	2oB	2o	B	1,94	0,46	2,47	3,28	2,59	1,37	1,62	1,13	0,00
17724	20651	<i>Donacia sp.</i>	Coleoptera	2oB	2o	B	1,83	0,46	2,47	3,19	2,47	1,81	1,50	1,04	0,00
5019	1090	<i>Dugesia lugubris</i>	Turbellaria	2oB	2o	B	2,00	0,46	2,47	3,33	2,41	1,54	1,63	1,08	0,00
4577	724	<i>Ceraclea albimacula</i>	Trichoptera	2oB	2o	B	1,88	0,46	2,47	3,23	2,39	1,72	1,72	0,94	0,00

18418	141	<i>Limnius perrisi</i>	Coleoptera	2oB	2o	B	1,93	0,46	2,47	3,28	2,50	1,55	1,55	1,13	0,00
12328	1939	<i>Echinogammarus berilloni</i>	Crustacea	2oB	2o	B	2,25	0,46	2,48	3,54	2,18	1,16	2,23	0,89	0,00
5294	1996	<i>Gammarus tigrinus</i>	Crustacea	2oB	2o	B	1,84	0,46	2,48	3,20	2,66	1,89	1,20	0,53	0,52
5161	1926	<i>Erpobdella testacea</i>	Hirudinea	2oB	2o	B	1,72	0,46	2,48	3,10	2,70	1,68	1,39	1,13	0,00
7410	482	<i>Cordulegaster bidentata</i>	Odonata	2oB	2o	B	2,06	0,46	2,48	3,38	2,40	1,46	1,60	1,16	0,00
6835	266	<i>Silo piceus</i>	Trichoptera	2oB	2o	B	2,89	0,46	2,48	4,07	1,93	1,23	1,32	0,84	0,61
6354	794	<i>Pedicia sp.</i>	Diptera	2oB	2o	B	2,07	0,46	2,48	3,39	2,22	1,62	1,77	1,00	0,00
20517	1434	<i>Alboglossiphonia striata</i>	Hirudinea	2oB	2o	B	1,80	0,46	2,48	3,16	2,58	1,68	1,49	1,09	0,00
18736	40	<i>Stictotarsus duodecimpustulatus</i>	Coleoptera	2oB	2o	B	2,11	0,46	2,48	3,42	2,43	1,44	1,39	1,32	0,00
5779	306	<i>Leuctra nigra</i>	Plecoptera	2oB	2o	B	1,86	0,46	2,48	3,21	2,60	1,57	1,45	1,17	0,00
18017	20595	<i>Hydraena assimilis</i>	Coleoptera	2oB	2o	B	1,82	0,46	2,48	3,18	2,55	1,50	1,85	0,92	0,00
5634	1283	<i>Hypania invalida</i>	Polychaeta	2oB	2o	B	1,96	0,46	2,48	3,30	2,44	1,57	1,56	1,14	0,00
18179	10377	<i>Hydrocyphon deflexicollis</i>	Coleoptera	2oB	2o	B	1,77	0,46	2,48	3,15	2,57	1,58	1,77	0,95	0,00
18466	20153	<i>Nebrioporus depressus</i>	Coleoptera	2oB	2o	B	1,78	0,46	2,48	3,15	2,75	1,41	1,54	1,15	0,00
5057	10449	<i>Ecdyonurus torrentis</i>	Ephemeroptera	2oB	2o	B	1,97	0,46	2,48	3,31	2,35	1,57	1,78	0,99	0,00
5058	4	<i>Ecdyonurus venosus</i>	Ephemeroptera	2oB	2o	B	1,80	0,46	2,48	3,17	2,59	1,59	1,57	1,09	0,00
4212	945	<i>Adicella reducta</i>	Trichoptera	2oB	2o	B	1,76	0,46	2,48	3,13	2,55	1,61	1,76	0,94	0,00
5862	1052	<i>Limnodrilus claparedeanus</i>	Oligochaeta	2oB	2o	B	1,96	0,46	2,49	2,63	3,30	1,68	1,38	1,02	0,00
20178	20537	<i>Halipilus (Halipilus) sp.</i>	Coleoptera	2oB	2o	B	1,81	0,46	2,49	3,17	2,34	1,90	1,64	0,95	0,00
5321	10361	<i>Glyptotendipes pallens</i>	Diptera	2oB	2o	B	2,00	0,46	2,49	3,34	1,26	2,85	2,30	0,26	0,00
5594	637	<i>Hydropsyche dinarica</i>	Trichoptera	2oB	2o	B	1,85	0,46	2,49	3,21	2,50	1,51	1,76	1,02	0,00
4368	210	<i>Athripsodes bilineatus bilineatus</i>	Trichoptera	2oB	2o	B	1,74	0,46	2,49	2,85	3,12	1,43	1,51	1,10	0,00
6172	622	<i>Oecetis notata</i>	Trichoptera	2oB	2o	B	1,88	0,46	2,49	3,24	2,38	1,62	1,77	1,00	0,00
7068	804	<i>Tinodes unicolor</i>	Trichoptera	2oB	2o	B	1,72	0,46	2,50	3,10	2,53	1,64	1,81	0,93	0,00
20181	20920	<i>Halipilus (Liaphilus) sp.</i>	Coleoptera	2oB	2o	B	1,78	0,46	2,50	3,15	2,54	1,67	1,50	1,14	0,00
4487	176	<i>Brachyptera risi</i>	Plecoptera	2oB	2o	B	2,02	0,46	2,50	3,35	2,30	1,56	1,63	1,17	0,00
9123	615	<i>Orthetrum sp.</i>	Odonata	2oB	2o	B	1,61	0,46	2,50	3,01	2,60	1,64	1,93	0,82	0,00
5920	787	<i>Lype phaeopa</i>	Trichoptera	2oB	2o	B	1,71	0,46	2,50	3,09	2,39	1,72	2,04	0,76	0,00
4328	10149	<i>Anopheles sp.</i>	Diptera	2oB	2o	B	2,02	0,47	2,50	3,35	2,34	1,51	1,57	1,23	0,00
17774	79	<i>Elmis maugetii</i>	Coleoptera	2oB	2o	B	2,25	0,47	2,50	3,54	2,35	1,24	1,72	0,75	0,40
4381	276	<i>Baetis alpinus</i>	Ephemeroptera	2oB	2o	B	1,65	0,47	2,51	3,04	2,61	1,62	1,69	1,03	0,00
5499	954	<i>Hydatophylax infumatus</i>	Trichoptera	2oB	2o	B	1,70	0,47	2,51	3,09	2,56	1,60	1,72	1,04	0,00
18627	20250	<i>Oulimnius troglodytes</i>	Coleoptera	2oB	2o	B	1,68	0,47	2,51	3,07	2,64	1,64	1,48	1,19	0,00
9342	382	<i>Anisoptera Gen. sp.</i>	Odonata	2oB	2o	B	1,79	0,47	2,51	3,16	2,29	1,63	2,16	0,77	0,00
6834	265	<i>Silo pallipes</i>	Trichoptera	2oB	2o	B	1,74	0,47	2,51	3,12	2,57	1,44	1,86	1,02	0,00
6765	119	<i>Rhyacophila fasciata fasciata</i>	Trichoptera	2oB	2o	B	1,82	0,47	2,51	3,18	2,51	1,42	1,79	1,09	0,00
5271	1201	<i>Ferrissia clessiniana</i>	Gastropoda	2oB	2o	B	1,78	0,47	2,51	3,15	1,92	2,41	1,70	0,81	0,00
6073	5003	<i>Nais elinguis</i>	Oligochaeta	2oB	2o	B	1,85	0,47	2,51	3,21	2,65	1,71	1,17	0,80	0,47
4408	300	<i>Baetis melanonyx</i>	Ephemeroptera	3oB	3o	B	1,77	0,47	2,51	3,14	2,54	1,53	1,65	1,14	0,00
4526	273	<i>Caenis rivulorum</i>	Ephemeroptera	3oB	3o	B	1,84	0,47	2,51	3,20	2,27	1,69	1,87	0,96	0,00
7065	806	<i>Tinodes pallidulus</i>	Trichoptera	3oB	3o	B	1,82	0,47	2,51	3,19	2,49	1,50	1,67	1,16	0,00
9769	10173	<i>Simulium aureum-Gr.</i>	Diptera	3oB	3o	B	1,62	0,47	2,51	3,02	2,68	1,61	1,53	1,17	0,00
19394	784	<i>Potamophylax cingulatus ssp.</i>	Trichoptera	3oB	3o	B	1,64	0,47	2,51	3,04	2,71	1,57	1,45	1,24	0,00
18307	24	<i>Ilybius fuliginosus</i>	Coleoptera	3oB	3o	B	2,10	0,47	2,52	3,41	2,11	1,53	1,80	1,15	0,00
6910	20001	<i>Stenochironomus sp.</i>	Diptera	3oB	3o	B	2,17	0,47	2,52	3,48	2,28	1,37	1,34	1,54	0,00
5728	442	<i>Leptocerus tineiformis</i>	Trichoptera	3oB	3o	B	1,40	0,47	2,52	2,83	2,43	2,27	1,65	0,82	0,00
7856	1369	<i>Alboglossiphonia hyalina</i>	Hirudinea	3oB	3o	B	1,96	0,47	2,52	3,30	2,09	1,93	1,46	1,22	0,00
4488	422	<i>Brachyptera seticornis</i>	Plecoptera	3oB	3o	B	1,85	0,47	2,52	3,21	2,32	1,70	1,60	1,17	0,00
6397	1957	<i>Physella heterostropha</i>	Gastropoda	3oB	3o	B	1,84	0,47	2,52	3,20	2,59	1,46	1,30	1,46	0,00
5329	190	<i>Goera pilosa</i>	Trichoptera	3oB	3o	B	2,09	0,48	2,53	3,41	2,35	1,53	1,46	0,80	0,46

4406	277	<i>Baetis lutheri</i>	Ephemeroptera	3oB	3o	B	1,82	0,48	2,53	3,18	2,43	1,51	1,65	1,23	0,00
7805	1340	<i>Pisidium casertanum ponderosum</i>	Bivalvia	3oB	3o	B	3,48	0,48	2,53	4,56	0,00	1,78	2,87	0,78	0,00
18629	17	<i>Oulimnius tuberculatus</i>	Coleoptera	3oB	3o	B	1,56	0,48	2,53	2,60	2,97	1,81	1,72	0,89	0,00
17768	289	<i>Elmis aenea</i>	Coleoptera	3oB	3o	B	1,41	0,48	2,53	2,84	2,76	1,99	1,38	0,71	0,32
5318	483	<i>Glyptotaelius pellucidus</i>	Trichoptera	3oB	3o	B	2,07	0,48	2,54	3,39	2,30	1,38	1,44	1,50	0,00
7034	1057	<i>Theromyzon tessulatum</i>	Hirudinea	3oB	3o	B	1,34	0,48	2,54	2,67	2,78	1,94	1,68	0,93	0,00
4460	1398	<i>Bithynia leachii leachii</i>	Gastropoda	3oB	3o	B	1,38	0,48	2,54	2,82	2,74	1,23	2,64	0,57	0,00
4251	55	<i>Agapetus fuscipes</i>	Trichoptera	3oB	3o	B	1,90	0,48	2,54	3,25	2,87	1,22	1,20	0,80	0,67
17787	20164	<i>Elodes minuta</i>	Coleoptera	3oB	3o	B	1,83	0,49	2,55	3,19	2,44	1,42	1,58	1,37	0,00
5158	1066	<i>Erpobdella nigricollis</i>	Hirudinea	3oB	3o	B	1,76	0,49	2,55	3,13	1,90	2,17	1,93	0,87	0,00
6825	261	<i>Sigara falleni</i>	Heteroptera	3oB	3o	B	1,65	0,49	2,56	3,04	2,38	1,66	1,81	1,11	0,00
8850	252	<i>Centroptilum luteolum</i>	Ephemeroptera	3oB	3o	B	1,26	0,49	2,56	2,72	2,36	2,25	1,97	0,70	0,00
7969	10566	<i>Pothastia longimana</i>	Diptera	3oB	3o	B	1,77	0,49	2,56	3,14	2,45	1,48	1,50	1,43	0,00
11165	10354	<i>Coenagrion puella/pulchellum</i>	Odonata	3oB	3o	B	1,54	0,49	2,56	2,64	2,06	2,95	1,76	0,60	0,00
19308	1216	<i>Bithynia leachii ssp.</i>	Gastropoda	3oB	3o	B	1,86	0,49	2,56	2,99	1,79	3,22	1,00	0,61	0,40
4522	177	<i>Caenis macrura</i>	Ephemeroptera	3oB	3o	B	1,77	0,49	2,56	3,14	2,19	1,58	2,07	1,02	0,00
6062	451	<i>Mystacides azurea</i>	Trichoptera	3oB	3o	B	1,91	0,49	2,57	3,26	2,26	1,94	0,98	1,23	0,34
10597	1450	<i>Hemimysis anomala</i>	Crustacea	3oB	3o	B	1,64	0,50	2,57	3,03	2,28	1,70	1,88	1,10	0,00
6531	1191	<i>Potamothrix hammoniensis</i>	Oligochaeta	3oB	3o	B	2,14	0,50	2,58	3,45	1,85	1,93	1,54	0,71	0,52
4582	963	<i>Ceraclea nigronervosa</i>	Trichoptera	3oB	3o	B	1,70	0,50	2,58	3,08	2,30	1,38	2,23	1,00	0,00
8961	1269	<i>Dikergammarus sp.</i>	Crustacea	3oB	3o	B	2,43	0,50	2,58	3,70	2,12	1,24	1,31	0,95	0,69
4367	209	<i>Athripsodes aterrimus</i>	Trichoptera	3oB	3o	B	1,96	0,50	2,58	3,30	1,97	2,06	1,46	0,74	0,48
17892	298	<i>Haliplus laminatus</i>	Coleoptera	3oB	3o	B	1,81	0,50	2,58	3,17	2,22	1,49	1,84	1,28	0,00
21231	877	<i>Hydropsyche contubernalis contub.</i>	Trichoptera	3oB	3o	B	1,42	0,50	2,59	2,85	2,36	1,65	2,31	0,83	0,00
8703	1107	<i>Proasellus coxalis</i>	Crustacea	3oB	3o	B	1,52	0,50	2,59	2,34	2,93	2,66	0,98	0,71	0,38
6422	1980	<i>Pisidium obtusale</i>	Bivalvia	3oB	3o	B	4,95	0,50	2,59	0,00	5,79	3,35	0,00	0,86	0,00
9762	900	<i>Simulium (Wilhelmia) sp.</i>	Diptera	3oB	3o	B	1,76	0,50	2,59	3,13	2,05	1,61	2,17	1,04	0,00
6427	1076	<i>Pisidium supinum</i>	Bivalvia	3oB	3o	B	1,97	0,50	2,60	3,31	1,61	2,12	1,76	1,21	0,00
5616	331	<i>Hydroptila sp.</i>	Trichoptera	3oB	3o	B	1,57	0,51	2,60	2,97	2,55	1,79	1,20	1,18	0,31
5413	1008	<i>Helobdella stagnalis</i>	Hirudinea	3oB	3o	B	1,33	0,51	2,60	2,77	2,38	2,22	1,36	1,28	0,00
6064	818	<i>Mystacides nigra</i>	Trichoptera	3oB	3o	B	1,20	0,51	2,60	2,61	2,67	1,97	1,59	1,17	0,00
6934	5011	<i>Stylaria lacustris</i>	Oligochaeta	3oB	3o	B	1,16	0,51	2,60	2,63	2,31	2,42	1,67	0,97	0,00
17893	3	<i>Haliplus lineatocollis</i>	Coleoptera	3oB	3o	B	1,70	0,51	2,61	3,08	2,19	1,62	1,81	1,30	0,00
11176	1300	<i>Corbicula fluminea</i>	Bivalvia	3oB	3o	B	2,06	0,51	2,61	3,39	2,43	0,99	1,49	1,27	0,44
21224	803	<i>Tinodes waeneri waeneri</i>	Trichoptera	3oB	3o	B	1,69	0,51	2,61	3,07	2,53	1,51	1,57	0,72	0,60
6199	1973	<i>Orconectes limosus</i>	Crustacea	3oB	3o	B	1,88	0,51	2,62	3,24	2,00	1,77	1,37	1,63	0,00
18616	10071	<i>Oreodytes sanmarkii</i>	Coleoptera	3oB	3o	B	2,04	0,51	2,62	3,37	2,25	1,31	1,67	0,71	0,69
16890	360	<i>Agriotypus armatus</i>	Hymenoptera	3oB	3o	B	2,17	0,51	2,62	3,48	2,20	1,20	1,58	0,90	0,65
6403	498	<i>Pilaria sp.</i>	Diptera	3oB	3o	B	1,93	0,52	2,62	3,27	2,33	1,40	1,55	0,84	0,61
7142	1985	<i>Valvata cristata</i>	Gastropoda	3oB	3o	B	1,46	0,52	2,62	2,88	2,07	2,47	1,51	0,65	0,42
16107	1357	<i>Spirosperma ferox</i>	Oligochaeta	3oB	3o	B	1,32	0,52	2,62	2,77	2,70	1,43	1,71	1,39	0,00
18064	89	<i>Hydraena gracilis</i>	Coleoptera	3oB	3o	B	2,10	0,52	2,62	3,41	2,16	1,36	1,56	0,88	0,64
6063	781	<i>Mystacides longicornis</i>	Trichoptera	3oB	3o	B	2,11	0,52	2,63	3,43	2,19	1,35	1,45	0,92	0,67
5657	955	<i>Ironoquia dubia</i>	Trichoptera	3oB	3o	B	1,69	0,52	2,63	3,07	2,18	1,58	1,74	1,42	0,00
5291	1002	<i>Gammarus pulex</i>	Crustacea	3oB	3o	B	1,14	0,52	2,63	2,62	2,53	1,87	1,91	1,07	0,00
9324	315	<i>Chrysops sp.</i>	Diptera	3oB	3o	B	1,58	0,52	2,63	2,98	2,06	1,67	2,25	1,05	0,00
6526	239	<i>Potamophylax rotundipennis</i>	Trichoptera	3oB	3o	B	1,14	0,52	2,64	2,62	2,30	2,17	1,91	1,01	0,00
4397	173	<i>Baetis fuscatus</i>	Ephemeroptera	3oB	3o	B	1,56	0,53	2,65	2,97	2,36	1,62	1,84	0,74	0,48
17505	588	<i>Anacaena lutescens</i>	Coleoptera	3oB	3o	B	1,68	0,53	2,65	3,06	2,22	1,54	1,57	1,62	0,00
8211	10250	<i>Velia saulii</i>	Heteroptera	3oB	3o	B	1,87	0,53	2,65	3,22	2,37	1,38	1,44	0,87	0,73

6113	228	<i>Nemurella pictetii</i>	Plecoptera	3oB	3o	B	1,68	0,53	2,66	3,07	2,08	1,43	2,07	1,36	0,00
4410	355	<i>Baetis niger</i>	Ephemeroptera	3oB	3o	B	2,03	0,53	2,66	3,36	2,17	1,30	1,54	0,94	0,69
7025	1035	<i>Theodoxus fluviatilis ssp.</i>	Gastropoda	3oB	3o	B	2,05	0,53	2,66	3,38	2,03	1,27	1,84	0,90	0,58
5401	1101	<i>Haploutaxis gordioides</i>	Oligochaeta	3oB	3o	B	1,72	0,53	2,66	3,10	2,47	1,38	1,43	0,98	0,64
8142	10370	<i>Hydropsyche incognita</i>	Trichoptera	3oB	3o	B	1,49	0,53	2,66	2,91	2,25	1,69	1,61	1,54	0,00
5312	77	<i>Glossosoma boltoni</i>	Trichoptera	3oB	3o	B	1,84	0,53	2,66	3,20	2,27	1,52	1,42	0,87	0,72
6859	267	<i>Siphonurus aestivalis</i>	Ephemeroptera	3oB	3o	B	1,79	0,53	2,67	3,16	2,36	1,42	1,55	0,77	0,75
5034	921	<i>Ecclisopteryx guttulata</i>	Trichoptera	3oB	3o	B	1,81	0,53	2,67	3,18	2,33	1,44	1,48	0,86	0,72
6385	20925	<i>Philopotamidae Gen. sp.</i>	Trichoptera	3oB	3o	B	1,84	0,54	2,67	3,20	2,24	1,45	1,60	0,82	0,69
5826	351	<i>Limnephilus extricatus</i>	Trichoptera	3oB	3o	B	1,79	0,54	2,67	3,16	2,35	1,43	1,46	0,93	0,68
8210	10343	<i>Plea minutissima minutissima</i>	Heteroptera	3oB	3o	B	1,94	0,54	2,67	3,28	1,74	1,88	1,81	0,71	0,59
6168	152	<i>Odontocerum albicorne</i>	Trichoptera	3oB	3o	B	1,65	0,54	2,67	3,04	2,50	1,45	1,43	0,87	0,72
6754	1193	<i>Rhyacodrilus coccineus</i>	Oligochaeta	3oB	3o	B	1,66	0,54	2,68	2,74	3,05	1,08	1,50	1,11	0,54
7158	1060	<i>Viviparus viviparus</i>	Gastropoda	3oB	3o	B	1,46	0,54	2,68	2,88	2,36	1,70	1,71	0,86	0,50
5369	192	<i>Habrophlebia fusca</i>	Ephemeroptera	3oB	3o	B	1,29	0,54	2,68	2,74	2,46	2,14	1,23	0,78	0,65
8700	1273	<i>Jaera istri</i>	Crustacea	3oB	3o	B	1,75	0,54	2,68	3,12	2,38	1,44	1,47	0,80	0,78
5598	849	<i>Hydropsyche instabilis</i>	Trichoptera	3oB	3o	B	1,75	0,54	2,68	3,13	2,30	1,45	1,58	0,85	0,70
4978	397	<i>Dinocras cephalotes</i>	Plecoptera	3oB	3o	B	1,90	0,55	2,69	3,25	2,10	1,50	1,59	0,79	0,77
9460	20299	<i>Elophila sp.</i>	Lepidoptera	3oB	3o	B	2,02	0,55	2,69	3,35	2,25	1,24	1,28	1,09	0,79
5332	405	<i>Gomphus vulgatissimus</i>	Odonata	3oB	3o	B	1,34	0,55	2,69	2,78	2,24	1,67	1,91	1,40	0,00
17485	48	<i>Agabus paludosus</i>	Coleoptera	3oB	3o	B	2,05	0,55	2,69	3,38	2,06	1,29	1,56	0,99	0,72
4743	5289	<i>Cordylophora caspia</i>	Coelenterata	3oB	3o	B	1,73	0,55	2,69	3,11	2,32	1,37	1,62	0,92	0,67
18337	201	<i>Laccobius minutus</i>	Coleoptera	3oB	3o	B	1,98	0,55	2,69	3,31	1,98	1,48	1,58	1,00	0,65
4327	720	<i>Anomalopterygella chauviniana</i>	Trichoptera	3oB	3o	B	1,38	0,55	2,69	2,82	2,75	1,37	1,54	0,77	0,75
5450	86	<i>Heptagenia flava</i>	Ephemeroptera	3oB	3o	B	1,26	0,55	2,70	2,72	2,23	1,76	1,97	1,33	0,00
7842	10185	<i>Simulium vernum</i>	Diptera	3oB	3o	B	1,84	0,55	2,70	3,20	2,16	1,41	1,60	0,94	0,69
5442	599	<i>Hemerodromia sp.</i>	Diptera	3oB	3o	B	1,62	0,55	2,70	3,02	2,59	1,17	1,36	1,35	0,52
4425	20101	<i>Baetis vardarensis</i>	Ephemeroptera	3oB	3o	B	1,91	0,55	2,70	3,26	2,09	1,39	1,65	0,88	0,73
5604	848	<i>Hydropsyche siltalai</i>	Trichoptera	3oC	3o	C	0,96	0,55	2,70	2,47	2,38	2,01	1,96	1,18	0,00
6592	763	<i>Prosimulium tomosvaryi</i>	Diptera	3oB	3o	B	1,73	0,55	2,70	3,11	2,28	1,44	1,51	0,96	0,70
5916	1030	<i>Lymnaea stagnalis</i>	Gastropoda	3oB	3o	B	1,30	0,55	2,70	2,75	1,95	1,89	2,36	1,06	0,00
4409	348	<i>Baetis muticus</i>	Ephemeroptera	3oB	3o	B	1,72	0,55	2,70	3,10	2,24	1,52	1,52	0,88	0,74
6843	761	<i>Simulium argyreatum</i>	Diptera	3oB	3o	B	1,67	0,55	2,71	3,06	2,29	1,49	1,56	0,87	0,72
4318	1040	<i>Anisus vortex</i>	Gastropoda	3oB	3o	B	1,58	0,55	2,71	2,29	1,82	2,98	2,33	0,57	0,00
17502	10100	<i>Anacaena bipustulata</i>	Coleoptera	3oB	3o	B	1,55	0,55	2,71	2,96	2,34	1,61	1,60	0,76	0,74
18641	653	<i>Peltodytes caesus</i>	Coleoptera	3oB	3o	B	1,62	0,56	2,71	3,02	2,33	1,47	1,61	0,86	0,71
8209	676	<i>Paracorixa concinna concinna</i>	Heteroptera	3oB	3o	B	1,67	0,56	2,71	3,06	2,37	1,42	1,44	1,00	0,73
4521	847	<i>Caenis luctuosa</i>	Ephemeroptera	3oB	3o	B	1,27	0,56	2,71	2,17	2,73	2,16	1,70	1,24	0,00
5314	917	<i>Glossosoma conformis</i>	Trichoptera	3oB	3o	B	1,67	0,56	2,71	3,06	2,33	1,49	1,44	0,92	0,76
4638	20039	<i>Chelifera sp.</i>	Diptera	3oB	3o	B	1,59	0,56	2,72	2,99	2,43	1,39	1,44	1,10	0,64
4817	428	<i>Crunoecia irrorata irrorata</i>	Trichoptera	3oB	3o	B	1,75	0,56	2,72	3,13	2,22	1,53	1,41	0,94	0,78
18274	20139	<i>Hygrotes impressopunctatus</i>	Coleoptera	3oB	3o	B	1,77	0,56	2,72	3,14	2,08	1,50	1,72	0,85	0,71
6387	960	<i>Philopotamus montanus montanus</i>	Trichoptera	3oB	3o	B	1,65	0,56	2,72	3,04	2,24	1,53	1,64	0,78	0,76
5984	449	<i>Micrasema minimum</i>	Trichoptera	3oB	3o	B	1,71	0,56	2,72	3,09	2,27	1,36	1,63	0,96	0,70
12550	34	<i>Epeorus assimilis</i>	Ephemeroptera	3oB	3o	B	1,74	0,56	2,72	3,12	2,18	1,48	1,60	0,89	0,74
17820	187	<i>Esolus parallelepipedus</i>	Coleoptera	3oB	3o	B	1,64	0,56	2,72	3,03	2,15	1,60	1,72	0,82	0,68
4335	60	<i>Aphelocheirus aestivalis</i>	Heteroptera	3oB	3o	B	1,39	0,56	2,72	1,91	2,83	2,20	2,28	0,78	0,00
6669	1084	<i>Radix auricularia</i>	Gastropoda	3oB	3o	B	1,51	0,56	2,72	2,92	2,24	1,78	1,46	0,97	0,63
17473	49	<i>Agabus didymus</i>	Coleoptera	3oB	3o	B	1,68	0,56	2,72	3,07	2,25	1,42	1,62	0,95	0,69
6667	406	<i>Pyrrhosoma nymphula</i>	Odonata	3oB	3o	B	1,19	0,56	2,72	2,66	1,89	2,17	2,15	1,13	0,00

6852	756	<i>Simulium reptans</i>	Diptera	3oB	3o	B	1,65	0,56	2,72	3,04	2,20	1,56	1,62	0,87	0,72
6370	143	<i>Perla marginata</i>	Plecoptera	3oB	3o	B	1,70	0,56	2,72	3,09	2,27	1,32	1,69	0,95	0,69
7137	1059	<i>Unio pictorum pictorum</i>	Bivalvia	3oB	3o	B	1,43	0,56	2,72	2,86	2,24	1,87	1,51	0,89	0,64
6457	1039	<i>Plumatella emarginata</i>	Bryozoa	3oB	3o	B	1,71	0,56	2,72	3,09	2,20	1,43	1,63	0,96	0,70
17875	78	<i>Gyrinus substriatus</i>	Coleoptera	3oB	3o	B	1,41	0,56	2,73	2,84	1,98	1,38	2,64	1,16	0,00
5370	193	<i>Habrophlebia lauta</i>	Ephemeroptera	3oB	3o	B	1,76	0,56	2,73	3,14	2,11	1,45	1,67	0,89	0,74
18286	874	<i>Hygrotus versicolor</i>	Coleoptera	3oB	3o	B	1,62	0,57	2,73	3,02	2,22	1,47	1,76	0,78	0,75
17593	19	<i>Brychius elevatus</i>	Coleoptera	3oB	3o	B	1,64	0,57	2,73	3,03	2,30	1,41	1,53	1,05	0,68
6097	166	<i>Nemoura flexuosa</i>	Plecoptera	3oB	3o	B	1,82	0,57	2,74	3,19	2,09	1,33	1,66	1,06	0,68
17816	133	<i>Esolus angustatus</i>	Coleoptera	3oB	3o	B	1,67	0,57	2,74	3,06	2,21	1,49	1,60	0,83	0,81
18488	845	<i>Noterus clavicornis</i>	Coleoptera	3oB	3o	B	1,42	0,57	2,74	2,85	2,27	1,69	1,70	0,81	0,68
5367	740	<i>Habroleptoides confusa</i>	Ephemeroptera	3oB	3o	B	1,61	0,57	2,74	3,01	2,29	1,42	1,62	0,90	0,75
6848	758	<i>Simulium monticola</i>	Diptera	3oB	3o	B	1,69	0,57	2,74	3,08	2,19	1,35	1,74	0,95	0,69
10344	450	<i>Micronecta minutissima</i>	Heteroptera	3oB	3o	B	1,53	0,57	2,74	2,94	2,09	1,85	1,55	0,91	0,66
6023	10111	<i>Micropterna sequax</i>	Trichoptera	3oB	3o	B	1,58	0,57	2,74	2,99	2,23	1,58	1,53	0,97	0,71
19443	1085	<i>Valvata piscinalis ssp.</i>	Gastropoda	3oB	3o	B	1,33	0,57	2,74	2,78	2,16	1,73	1,96	0,97	0,40
6386	458	<i>Philopotamus ludificatus</i>	Trichoptera	3oB	3o	B	1,61	0,57	2,74	3,01	2,26	1,47	1,65	0,82	0,80
17684	68	<i>Cyphon sp.</i>	Coleoptera	3oB	3o	B	1,71	0,57	2,74	3,09	2,28	1,34	1,46	1,06	0,77
8871	782	<i>Anax sp.</i>	Odonata	3oB	3o	B	1,63	0,57	2,75	3,02	2,15	1,60	1,56	0,91	0,76
8730	1451	<i>Limnomysis benedeni</i>	Crustacea	3oB	3o	B	1,51	0,57	2,75	2,93	2,23	1,59	1,64	0,88	0,73
9781	819	<i>Sialis nigripes</i>	Megaloptera	3oB	3o	B	1,48	0,57	2,75	2,90	2,42	1,41	1,59	0,92	0,77
5140	1088	<i>Ephydatia fluviatilis</i>	Porifera	3oB	3o	B	1,66	0,58	2,75	3,05	2,21	1,33	1,69	0,99	0,72
5768	399	<i>Leuctra hippopus</i>	Plecoptera	3oB	3o	B	1,53	0,58	2,75	2,94	2,27	1,44	1,69	0,96	0,70
6894	1089	<i>Spongilla lacustris</i>	Porifera	3oB	3o	B	1,40	0,58	2,75	2,83	2,40	1,42	1,75	0,92	0,67
7157	1063	<i>Viviparus contectus</i>	Gastropoda	3oB	3o	B	1,58	0,58	2,76	2,32	1,98	2,99	1,60	0,78	0,35
4654	10390	<i>Chironomus obtusidens</i>	Diptera	3oB	3o	B	1,54	0,58	2,76	2,95	2,17	1,60	1,66	0,89	0,74
18157	95	<i>Hydrobius fuscipes</i>	Coleoptera	3oB	3o	B	1,62	0,58	2,76	3,02	2,15	1,47	1,70	0,91	0,76
5040	431	<i>Ecdyonurus dispar</i>	Ephemeroptera	3oB	3o	B	1,55	0,58	2,76	2,96	2,33	1,36	1,60	1,02	0,74
5354	1024	<i>Gyraulus albus</i>	Gastropoda	3oB	3o	B	1,18	0,58	2,76	2,19	2,26	2,65	1,58	1,32	0,00
6431	1082	<i>Planorbarius corneus</i>	Gastropoda	3oB	3o	B	1,51	0,58	2,76	2,09	2,16	2,93	1,73	1,10	0,00
5602	116	<i>Hydropsyche saxonica</i>	Trichoptera	3oB	3o	B	1,06	0,58	2,76	2,55	2,55	1,28	2,00	1,62	0,00
20515	1553	<i>Corophium robustum</i>	Crustacea	3oB	3o	B	1,60	0,58	2,76	3,00	2,26	1,42	1,57	0,96	0,80
8213	672	<i>Sigara fossarum</i>	Heteroptera	3oB	3o	B	1,59	0,58	2,76	2,99	2,31	1,30	1,59	1,10	0,71
4444	965	<i>Beraeodes minutus</i>	Trichoptera	3oB	3o	B	1,48	0,58	2,77	2,90	2,31	1,57	1,36	1,18	0,69
4388	739	<i>Baetis buceratus</i>	Ephemeroptera	3oB	3o	B	1,39	0,58	2,77	2,82	2,25	1,72	1,50	1,03	0,67
6574	158	<i>Proclleon bifidum</i>	Ephemeroptera	3oB	3o	B	1,24	0,58	2,77	2,64	2,13	1,32	2,70	1,20	0,00
18613	26	<i>Orectochilus villosus</i>	Coleoptera	3oB	3o	B	1,56	0,58	2,77	2,16	2,97	1,68	1,88	0,83	0,49
5075	1092	<i>Eiseniella tetraedra</i>	Oligochaeta	3oB	3o	B	1,37	0,59	2,78	2,81	2,38	1,63	1,49	0,82	0,87
5084	10451	<i>Electrogena ujhelyii</i>	Ephemeroptera	3oB	3o	B	1,36	0,59	2,78	2,80	2,36	1,48	1,70	0,96	0,70
4315	1038	<i>Anisus septemgyratus</i>	Gastropoda	3oB	3o	B	1,21	0,59	2,78	2,68	2,61	1,38	1,66	0,97	0,71
5444	1026	<i>Hemiclepsis marginata</i>	Hirudinea	3oB	3o	B	1,01	0,59	2,78	2,51	1,96	2,00	2,27	1,26	0,00
6309	20929	<i>Paraleptophlebia submarginata</i>	Ephemeroptera	3oC	3o	C	0,99	0,59	2,78	2,50	2,49	1,81	1,70	0,91	0,59
4363	379	<i>Atherix ibis</i>	Diptera	3oB	3o	B	1,40	0,59	2,78	2,83	1,98	1,79	1,33	2,07	0,00
18275	344	<i>Hygrotus inaequalis</i>	Coleoptera	3oB	3o	B	1,53	0,59	2,78	2,94	2,05	1,47	2,00	0,84	0,70
6022	10056	<i>Micropterna nycterobia</i>	Trichoptera	3oB	3o	B	1,57	0,59	2,79	2,98	2,08	1,57	1,58	1,09	0,71
6590	764	<i>Prosimulium rufipes</i>	Diptera	3oB	3o	B	1,49	0,59	2,79	2,91	2,27	1,46	1,53	1,06	0,77
4519	156	<i>Caenis horaria</i>	Ephemeroptera	3oB	3o	B	1,47	0,59	2,79	2,34	1,72	2,89	1,85	1,21	0,00
7725	1334	<i>Glossiphonia nebulosa</i>	Hirudinea	3oB	3o	B	1,13	0,59	2,79	2,31	2,36	1,59	2,61	1,13	0,00
6935	1106	<i>Stylodrilus heringianus</i>	Oligochaeta	3oB	3o	B	1,68	0,59	2,79	3,07	1,82	1,49	1,40	2,22	0,00
17477	54	<i>Agabus guttatus</i>	Coleoptera	3oB	3o	B	1,51	0,59	2,79	2,92	2,25	1,47	1,55	0,99	0,82

4253	339	<i>Agapetus ochripes</i>	Trichoptera	3oB	3o	B	1,31	0,59	2,79	2,76	2,46	1,47	1,45	1,13	0,73
6173	786	<i>Oecetis ochracea</i>	Trichoptera	3oB	3o	B	1,62	0,60	2,79	3,02	2,04	1,44	1,63	1,22	0,65
4639	423	<i>Cheumatopsyche lepida</i>	Trichoptera	3oB	3o	B	1,55	0,60	2,79	2,96	2,18	1,44	1,53	1,14	0,74
6510	25	<i>Potamanthus luteus</i>	Ephemeroptera	3oB	3o	B	1,38	0,60	2,80	2,82	2,34	1,46	1,64	0,95	0,79
7149	147	<i>Velia caprai caprai</i>	Heteroptera	3oB	3o	B	1,41	0,60	2,80	2,84	2,09	1,60	1,84	0,99	0,64
4369	211	<i>Athripsodes cinereus</i>	Trichoptera	3oB	3o	B	1,75	0,60	2,80	3,12	1,69	1,36	1,99	1,62	0,22
6435	1033	<i>Planorbis carinatus</i>	Gastropoda	3oB	3o	B	1,19	0,60	2,80	2,66	2,07	1,68	2,29	0,82	0,48
5284	1020	<i>Galba truncatula</i>	Gastropoda	3oB	3o	B	1,41	0,60	2,80	2,84	2,24	1,46	1,59	1,26	0,61
6438	101	<i>Platynemis pennipes</i>	Odonata	3oB	3o	B	1,04	0,60	2,80	2,51	1,89	2,54	1,56	1,15	0,35
10888	20980	<i>Chironomus luridus-Agg.</i>	Diptera	3oB	3o	B	1,78	0,60	2,80	3,15	1,49	1,19	2,55	1,62	0,00
6436	1034	<i>Planorbis planorbis</i>	Gastropoda	3oC	3o	C	0,87	0,60	2,80	2,28	2,39	1,96	2,11	0,88	0,37
4705	394	<i>Cloeon dipterum</i>	Ephemeroptera	4oB	4o	B	1,79	0,60	2,81	2,26	1,59	3,16	1,81	1,18	0,00
5983	448	<i>Micrasema longulum</i>	Trichoptera	4oB	4o	B	1,27	0,60	2,81	2,73	2,36	1,45	1,75	0,99	0,72
7851	755	<i>Simulium equinum</i>	Diptera	4oB	4o	B	1,22	0,60	2,81	2,68	2,40	1,53	1,57	1,15	0,67
4482	948	<i>Brachycercus harrisella</i>	Ephemeroptera	4oB	4o	B	1,37	0,61	2,82	2,81	2,22	1,49	1,70	1,09	0,70
14241	1286	<i>Orchestia cavimana</i>	Crustacea	4oB	4o	B	1,42	0,61	2,82	2,85	2,22	1,51	1,49	1,17	0,75
4433	1023	<i>Bathymphalus contortus</i>	Gastropoda	4oC	4o	C	0,94	0,61	2,82	2,45	1,82	2,07	2,41	1,26	0,00
6830	154	<i>Sigara striata</i>	Heteroptera	4oB	4o	B	1,13	0,61	2,82	2,61	2,31	1,55	2,04	0,76	0,73
17884	35	<i>Halipilus fluviatilis</i>	Coleoptera	4oB	4o	B	1,35	0,61	2,82	2,79	1,95	1,80	1,72	1,13	0,60
7381	1993	<i>Anodonta anatina</i>	Bivalvia	4oC	4o	C	0,95	0,61	2,83	2,46	2,26	1,88	1,94	0,84	0,62
4527	711	<i>Caenis robusta</i>	Ephemeroptera	4oB	4o	B	2,24	0,62	2,84	1,95	1,70	3,53	1,62	1,19	0,00
4583	10196	<i>Ceraclaea senilis</i>	Trichoptera	4oB	4o	B	1,15	0,62	2,84	2,63	2,26	1,57	1,93	0,89	0,74
7966	1179	<i>Musculium lacustre</i>	Bivalvia	4oB	4o	B	1,49	0,62	2,84	2,52	1,75	2,91	1,05	1,16	0,61
4366	937	<i>Athripsodes albifrons</i>	Trichoptera	4oB	4o	B	1,84	0,62	2,84	3,20	2,09	1,34	1,17	0,82	1,37
4877	69	<i>Cyrnus trimaculatus</i>	Trichoptera	4oC	4o	C	0,95	0,62	2,84	2,41	2,46	1,51	2,05	1,03	0,54
17504	172	<i>Anacaena limbata</i>	Coleoptera	4oB	4o	B	1,25	0,62	2,85	2,71	2,03	1,61	2,02	0,99	0,64
5723	207	<i>Lepidostoma hirtum</i>	Trichoptera	4oB	4o	B	1,54	0,63	2,85	2,95	2,15	1,14	1,49	1,71	0,55
5373	1025	<i>Haemaphys sanguisuga</i>	Hirudinea	4oB	4o	B	1,77	0,63	2,85	3,14	2,03	1,33	1,45	0,77	1,29
8819	779	<i>Simulium erythrocephalum</i>	Diptera	4oB	4o	B	1,31	0,63	2,86	2,76	2,09	1,59	1,56	1,38	0,62
7852	754	<i>Simulium lineatum</i>	Diptera	4oB	4o	B	1,40	0,63	2,86	2,84	2,02	1,50	1,72	1,22	0,71
5827	219	<i>Limnephilus flavicornis</i>	Trichoptera	4oC	4o	C	0,88	0,63	2,86	2,33	1,98	2,40	1,89	0,85	0,55
6175	589	<i>Oecetis testacea</i>	Trichoptera	4oB	4o	B	1,36	0,63	2,86	2,80	2,21	1,05	1,98	1,44	0,52
6118	657	<i>Nepa cinerea</i>	Heteroptera	4oB	4o	B	1,45	0,63	2,86	2,87	1,95	1,50	1,57	1,54	0,56
5837	220	<i>Limnephilus lunatus</i>	Trichoptera	4oC	4o	C	0,89	0,64	2,88	2,41	1,92	1,92	2,17	1,42	0,17
18649	21	<i>Platambus maculatus</i>	Coleoptera	4oB	4o	B	1,22	0,64	2,88	2,27	2,69	1,49	1,63	1,36	0,57
6717	43	<i>Rheotanytarsus sp.</i>	Diptera	4oB	4o	B	1,12	0,65	2,89	2,60	2,15	1,50	1,68	1,64	0,43
6186	682	<i>Oligotricha striata</i>	Trichoptera	4oB	4o	B	1,67	0,65	2,89	3,06	2,17	1,27	1,18	0,95	1,38
5652	489	<i>Ilyocoris cimicoides cimicoides</i>	Heteroptera	4oB	4o	B	1,21	0,65	2,90	2,68	1,93	2,11	1,45	0,69	1,15
6395	1083	<i>Physa fontinalis</i>	Gastropoda	4oB	4o	B	1,64	0,65	2,90	1,75	2,16	3,03	1,77	0,99	0,30
17464	52	<i>Agabus bipustulatus</i>	Coleoptera	4oB	4o	B	1,59	0,65	2,90	2,99	2,13	1,28	1,45	0,81	1,35
5159	1000	<i>Erpobdella octoculata</i>	Hirudinea	4oC	4o	C	0,71	0,65	2,91	2,26	2,12	1,95	1,91	1,48	0,27
5356	1218	<i>Gyraulus crista</i>	Gastropoda	4oA	4o	A	5,49	0,66	2,91	1,13	1,07	6,24	0,69	0,87	0,00
5164	436	<i>Erythromma najas</i>	Odonata	4oB	4o	B	1,18	0,66	2,92	2,65	2,05	1,93	1,47	0,65	1,26
5713	30291	<i>Lepidostoma basale</i>	Trichoptera	4oB	4o	B	1,02	0,67	2,93	2,44	2,52	1,40	1,22	1,78	0,65
6444	144	<i>Plectrocnemia conspersa conspersa</i>	Trichoptera	4oB	4o	B	1,38	0,67	2,93	2,82	1,97	1,08	1,88	1,70	0,55
5502	5014	<i>Hydra sp.</i>	Coelelenterata	4oB	4o	B	1,37	0,67	2,94	2,81	2,02	1,35	1,14	2,17	0,51
5304	1017	<i>Glossiphonia complanata</i>	Hirudinea	4oC	4o	C	0,70	0,67	2,94	2,25	2,04	2,00	1,71	1,78	0,22
5841	127	<i>Limnephilus rhombicus rhombicus</i>	Trichoptera	4oB	4o	B	1,02	0,68	2,95	2,27	2,10	1,56	2,52	1,02	0,54
4658	389	<i>Chironomus plumosus-Gr.</i>	Diptera	4oB	4o	B	1,07	0,68	2,96	2,56	1,59	2,10	1,24	2,51	0,00
4532	30	<i>Calopteryx virgo</i>	Odonata	4oB	4o	B	1,10	0,69	2,96	2,59	1,96	1,56	1,62	1,70	0,58

9654	496	<i>Eloeophila sp.</i>	Diptera	4oC	4o	C	0,92	0,69	2,97	2,44	1,94	1,29	2,18	2,15	0,00
4481	63	<i>Brachycentrus subnubilus</i>	Trichoptera	4oB	4o	B	1,30	0,70	2,98	2,75	2,02	1,31	1,73	0,96	1,24
6418	1073	<i>Pisidium henslowanum</i>	Bivalvia	4oB	4o	B	1,41	0,70	2,98	2,15	1,73	1,91	2,84	1,12	0,26
6095	225	<i>Nemoura cinerea cinerea</i>	Plecoptera	4oB	4o	B	1,22	0,70	2,99	2,68	1,54	1,32	2,13	2,33	0,00
5457	88	<i>Heptagenia sulphurea</i>	Ephemeroptera	4oC	4o	C	0,85	0,71	3,00	1,89	2,12	2,10	2,37	1,08	0,45
6882	1012	<i>Sphaerium corneum</i>	Bivalvia	4oC	4o	C	0,94	0,71	3,00	1,67	2,10	2,45	2,22	1,44	0,12
4300	14	<i>Anabolia nervosa</i>	Trichoptera	4oB	4o	B	1,36	0,71	3,00	1,83	1,97	2,06	2,80	1,15	0,19
18240	200	<i>Hydroporus palustris</i>	Coleoptera	4oB	4o	B	2,43	0,71	3,01	3,69	0,00	1,67	1,79	2,85	0,00
5863	1093	<i>Limnodrilus hoffmeisteri</i>	Oligochaeta	4oC	4o	C	0,96	0,72	3,02	2,46	1,80	1,88	1,30	2,07	0,48
6045	506	<i>Molanna angustata</i>	Trichoptera	4oB	4o	B	1,17	0,72	3,02	2,44	1,44	1,96	2,64	0,74	0,78
6421	1056	<i>Pisidium nitidum</i>	Bivalvia	4oB	4o	B	1,20	0,72	3,02	1,82	1,58	2,66	2,47	1,47	0,00
5292	1003	<i>Gammarus roeselii</i>	Crustacea	4oC	4o	C	0,95	0,73	3,03	1,66	2,08	2,46	2,09	1,56	0,16
6032	10412	<i>Microtendipes pedellus</i>	Diptera	4oB	4o	B	2,83	0,73	3,04	0,75	1,66	4,03	3,56	0,00	0,00
5796	10221	<i>Libellula fulva</i>	Odonata	4oA	4o	A	5,96	0,73	3,04	0,00	1,47	6,64	1,89	0,00	0,00
5682	10830	<i>Kiefferulus tendipediformis</i>	Diptera	4oB	4o	B	2,41	0,73	3,04	2,26	0,00	3,68	3,20	0,87	0,00
4955	132	<i>Dicranota sp.</i>	Diptera	4oB	4o	B	1,15	0,74	3,05	2,63	1,88	1,40	1,51	1,69	0,91
4462	1009	<i>Bithynia tentaculata</i>	Gastropoda	4oB	4o	B	1,18	0,74	3,05	1,96	1,68	2,65	1,98	1,08	0,65
8228	1933	<i>Pisidium moitessierianum</i>	Bivalvia	4oB	4o	B	2,36	0,75	3,07	3,63	0,19	1,92	2,12	0,31	1,82
5546	96	<i>Hydrometra stagnorum</i>	Heteroptera	4oB	4o	B	1,37	0,76	3,08	2,81	1,97	1,18	1,52	0,72	1,81
6409	1982	<i>Pisidium amnicum</i>	Bivalvia	4oB	4o	B	2,15	0,76	3,09	1,47	1,63	2,44	3,46	1,00	0,00
4766	10398	<i>Corynoneura sp.</i>	Diptera	4oB	4o	B	1,35	0,76	3,09	2,79	1,23	1,72	2,07	0,89	1,30
17848	915	<i>Graptodytes pictus</i>	Coleoptera	4oB	4o	B	1,12	0,77	3,10	2,60	1,85	1,40	1,37	1,61	1,17
6134	229	<i>Notidobia ciliaris</i>	Trichoptera	4oC	4o	C	0,66	0,77	3,11	2,10	2,22	1,33	1,80	2,00	0,56
4298	677	<i>Anabolia furcata</i>	Trichoptera	4oB	4o	B	1,22	0,77	3,11	2,41	1,00	1,81	2,68	2,10	0,00
4259	517	<i>Agrypnia pagetana</i>	Trichoptera	4oA	4o	A	7,09	0,77	3,11	0,00	0,68	7,57	1,75	0,00	0,00
6583	604	<i>Prodiamesa olivacea</i>	Diptera	4oB	4o	B	1,03	0,77	3,11	1,90	2,53	1,42	1,69	1,67	0,80
4374	609	<i>Atrichops crassipes</i>	Diptera	4oB	4o	B	1,10	0,78	3,12	2,59	1,84	1,15	1,34	2,44	0,65
18296	441	<i>Hyphydrus ovatus</i>	Coleoptera	4oC	4o	C	0,87	0,78	3,12	2,39	1,67	2,24	1,43	0,58	1,70
6474	10863	<i>Polypedium bicrenatum</i>	Diptera	4oB	4o	B	1,43	0,79	3,14	2,86	0,00	2,63	1,93	2,58	0,00
5588	125	<i>Hydropsyche angustipennis angustipennis</i>	Trichoptera	4oC	4o	C	0,83	0,80	3,14	2,18	1,96	1,48	1,54	2,36	0,49
6419	1074	<i>Pisidium milium</i>	Bivalvia	4oB	4o	B	1,35	0,80	3,14	2,10	1,52	1,70	2,80	1,33	0,56
5375	136	<i>Halesus digitatus digitatus</i>	Trichoptera	4oB	4o	B	1,36	0,80	3,14	2,03	1,92	1,44	1,81	2,80	0,00
6136	230	<i>Notonecta glauca glauca</i>	Heteroptera	4oC	4o	C	0,50	0,80	3,15	1,85	1,94	2,05	2,09	1,20	0,88
6988	10443	<i>Tanytarsus eminulus</i>	Diptera	4oB	4o	B	2,00	0,80	3,15	3,34	0,00	1,05	3,04	2,58	0,00
5601	115	<i>Hydropsyche pellucidula</i>	Trichoptera	4oB	4o	B	1,08	0,80	3,15	1,70	2,56	1,64	1,44	1,94	0,73
4530	124	<i>Calopteryx splendens</i>	Odonata	4oB	4o	B	1,03	0,82	3,17	1,55	1,59	2,40	2,53	1,94	0,00
14082	10183	<i>Simulium lundstromi</i>	Diptera	4oB	4o	B	1,07	0,82	3,18	2,56	1,88	1,29	1,45	1,09	1,73
5124	47	<i>Ephemera danica</i>	Ephemeroptera	4oC	4o	C	0,47	0,82	3,18	1,78	1,99	1,80	2,06	1,82	0,56
6030	10834	<i>Microtendipes chloris</i>	Diptera	4oB	4o	B	3,44	0,83	3,19	0,00	2,65	2,81	4,54	0,00	0,00
5921	858	<i>Lype reducta</i>	Trichoptera	4oC	4o	C	0,68	0,83	3,19	2,23	2,05	1,38	1,43	1,72	1,18
5907	1094	<i>Lumbriculus variegatus</i>	Oligochaeta	4oB	4o	B	1,21	0,83	3,20	2,68	1,69	1,15	1,30	1,84	1,34
4427	278	<i>Baetis vernus</i>	Ephemeroptera	4oC	4o	C	0,67	0,84	3,20	1,92	1,95	1,45	2,23	1,83	0,63
6382	20000	<i>Phaenopsectra sp.</i>	Diptera	4oC	4o	C	0,98	0,85	3,22	2,37	0,66	2,38	2,48	1,22	0,89
5106	10819	<i>Endochironomus tendens</i>	Diptera	4oA	4o	A	7,18	0,86	3,24	0,00	0,00	7,65	2,35	0,00	0,00
5157	1266	<i>Erpobdella vilnensis</i>	Hirudinea	4oB	4o	B	1,27	0,87	3,24	2,01	1,86	1,44	1,51	2,72	0,45
6468	12	<i>Polycentropus flavomaculatus flavomaculatus</i>	Trichoptera	4oC	4o	C	0,44	0,88	3,26	1,88	2,03	1,34	2,03	1,78	0,94
5129	186	<i>Ephemera vulgata</i>	Ephemeroptera	4oC	4o	C	0,86	0,88	3,26	1,63	1,63	1,98	2,39	1,96	0,41
8691	1004	<i>Asellus aquaticus</i>	Crustacea	4oC	4o	C	0,63	0,89	3,27	1,84	1,56	1,98	1,87	2,19	0,56
18356	204	<i>Laccophilus hyalinus</i>	Coleoptera	4oB	4o	B	1,18	0,91	3,30	2,65	1,39	1,45	1,55	0,76	2,21
6702	10046	<i>Rheocricotopus sp.</i>	Diptera	4oB	4o	B	2,72	0,91	3,30	0,00	2,58	3,93	1,38	2,11	0,00

5730	701	<i>Leptophlebia marginata</i>	Ephemeroptera	4oB	4o	B	1,61	0,92	3,31	2,22	1,63	0,98	1,66	3,01	0,50
9205	10020	<i>Sympetrum sp.</i>	Odonata	4oB	4o	B	4,36	0,92	3,31	0,00	1,33	5,30	2,28	1,09	0,00
6566	10345	<i>Procladius choreus</i>	Diptera	4oB	4o	B	1,49	0,93	3,32	2,58	0,00	1,94	2,57	2,91	0,00
4702	10035	<i>Clinotanytus nervosus</i>	Diptera	4oB	4o	B	2,89	0,93	3,33	1,33	0,75	4,07	1,52	1,78	0,55
4958	10406	<i>Dicratendipes nervosus</i>	Diptera	4oB	4o	B	2,78	0,94	3,34	1,32	0,94	3,98	2,01	0,26	1,49
4740	180	<i>Cordulegaster boltonii</i>	Odonata	4oC	4o	C	0,58	0,96	3,37	2,06	1,72	1,03	1,96	2,15	1,09
6279	10840	<i>Parachironomus gracilior</i>	Diptera	4oA	4o	A	6,19	0,99	3,40	0,00	0,00	6,83	2,30	0,88	0,00
7127	10919	<i>Tvetenia sp.</i>	Diptera	5oB	5o	B	3,88	1,03	3,45	0,00	2,19	2,02	4,90	0,89	0,00
12335	1389	<i>Gammarus varsoviensis</i>	Crustacea	5oB	5o	B	4,49	1,04	3,46	0,00	0,00	5,41	4,59	0,00	0,00
4831	10037	<i>Cryptochironomus sp.</i>	Diptera	5oB	5o	B	1,78	1,05	3,47	2,04	0,00	2,34	2,48	3,15	0,00
4491	10160	<i>Brachytron pratense</i>	Odonata	5oB	5o	B	3,90	1,05	3,47	0,00	0,98	4,92	2,51	1,60	0,00
5376	194	<i>Halesus radiatus</i>	Trichoptera	5oC	5o	C	0,73	1,06	3,49	1,67	1,62	1,18	2,28	2,23	1,03
10897	20201	<i>Chironomus riparius-Agg.</i>	Diptera	5oC	5o	C	1,71	1,09	3,51	1,67	1,95	1,71	1,20	1,14	2,32
6987	10941	<i>Tanytarsus ejuncidus</i>	Diptera	5oA	5o	A	5,17	1,15	3,59	0,00	1,81	1,37	5,97	0,85	0,00
4731	10397	<i>Conchapelopia melanops</i>	Diptera	5oB	5o	B	2,63	1,15	3,59	1,87	0,99	0,42	2,86	3,86	0,00
7047	10444	<i>Thienemanniella sp.</i>	Diptera	5oB	5o	B	3,15	1,15	3,59	0,79	1,12	1,68	4,30	2,13	0,00
7731	20989	<i>Paratanytarsus dissimilis</i>	Diptera	5oB	5o	B	4,84	1,16	3,60	0,00	0,00	5,70	2,63	1,67	0,00
5299	134	<i>Gerris lacustris</i>	Heteroptera	5oB	5o	B	1,69	1,17	3,60	2,16	1,73	1,00	1,24	0,79	3,07
5487	972	<i>Holocentropus dubius</i>	Trichoptera	5oA	5o	A	6,21	1,20	3,63	0,00	0,00	6,84	0,00	3,16	0,00
6469	971	<i>Polycentropus irroratus</i>	Trichoptera	5oC	5o	C	0,93	1,24	3,67	1,71	1,25	1,20	1,87	2,44	1,54
17494	941	<i>Agabus sturmii</i>	Coleoptera	5oB	5o	B	2,08	1,24	3,67	2,27	1,53	1,00	1,05	0,75	3,40
6821	249	<i>Sialis fuliginosa</i>	Megaloptera	5oB	5o	B	2,19	1,25	3,69	2,11	1,73	0,95	1,12	0,60	3,49
6243	10413	<i>Orthocladius sp.</i>	Diptera	5oB	5o	B	1,86	1,27	3,70	1,37	0,43	3,22	1,85	1,06	2,06
6488	10426	<i>Polypedilum cultellatum</i>	Diptera	5oB	5o	B	3,36	1,28	3,71	0,00	0,00	4,47	4,00	1,53	0,00
7843	10187	<i>Simulium ornatum</i>	Diptera	5oC	5o	C	0,71	1,28	3,71	2,01	1,35	0,86	1,32	2,20	2,26
6878	468	<i>Somatochlora metallica</i>	Odonata	5oB	5o	B	2,49	1,30	3,73	0,81	0,57	3,75	2,12	0,94	1,82
7804	1983	<i>Pisidium hibernicum</i>	Bivalvia	5oB	5o	B	1,47	1,34	3,76	2,20	0,31	1,99	0,62	2,89	1,98
7878	20497	<i>Epoicocladius ephemeræ</i>	Diptera	5oB	5o	B	2,53	1,37	3,79	0,00	1,60	2,64	1,98	3,78	0,00
6020	10411	<i>Micropsectra sp.</i>	Diptera	5oC	5o	C	0,88	1,38	3,80	0,74	1,50	1,77	2,31	2,40	1,27
7007	10367	<i>Tanytarsus pallidicornis</i>	Diptera	5oB	5o	B	3,75	1,39	3,81	0,00	1,47	3,74	0,00	4,80	0,00
6487	10425	<i>Polypedilum convictum</i>	Diptera	5oB	5o	B	2,62	1,41	3,82	0,00	2,58	0,46	3,12	3,85	0,00
6426	1075	<i>Pisidium subtruncatum</i>	Bivalvia	5oB	5o	B	1,46	1,42	3,84	1,20	0,74	1,85	2,13	2,88	1,20
6391	715	<i>Phryganea bipunctata</i>	Trichoptera	5oB	5o	B	2,75	1,44	3,85	0,00	0,52	3,00	3,96	2,52	0,00
4628	42	<i>Chaetopteryx villosa villosa</i>	Trichoptera	5oB	5o	B	1,19	1,48	3,89	1,45	1,30	1,05	2,02	1,53	2,66
6822	248	<i>Sialis lutaria</i>	Megaloptera	5oB	5o	B	1,09	1,50	3,90	1,64	0,94	1,33	1,56	1,96	2,58
6973	10531	<i>Tanytus kraatzi</i>	Diptera	5oB	5o	B	3,33	1,53	3,92	0,00	0,00	4,44	1,91	3,65	0,00
8360	10494	<i>Ablabesmyia longistyla</i>	Diptera	5oB	5o	B	1,69	1,56	3,95	0,84	0,20	2,57	2,37	3,08	0,94
6171	614	<i>Oecetis lacustris</i>	Trichoptera	5oB	5o	B	1,87	1,58	3,96	1,43	0,00	3,05	1,74	0,55	3,22
5322	10825	<i>Glyptotendipes paripes</i>	Diptera	5oB	5o	B	4,01	1,70	4,05	1,59	1,88	1,08	0,32	0,12	5,01
4496	20496	<i>Brillia bifida</i>	Diptera	5oB	5o	B	1,99	1,71	4,06	1,64	1,09	0,74	1,43	1,78	3,32
8127	10966	<i>Tanytarsus signatus</i>	Diptera	5oB	5o	B	3,13	1,73	4,07	0,00	0,35	2,01	4,27	3,38	0,00
4806	20176	<i>Cricotopus sylvestris-Gr.</i>	Diptera	5oB	5o	B	2,56	1,75	4,09	1,27	0,20	2,86	1,54	0,33	3,80
16792	10168	<i>Acentropinae Gen. sp.</i>	Lepidoptera	5oB	5o	B	2,17	1,84	4,14	0,00	0,42	3,48	2,35	1,73	2,01
6122	453	<i>Neureclipsis bimaculata</i>	Trichoptera	5oB	5o	B	3,50	1,85	4,15	1,59	1,42	0,88	0,70	0,84	4,58
6817	246	<i>Sericostoma personatum</i>	Trichoptera	5oB	5o	B	3,45	1,89	4,18	0,74	0,00	0,55	4,17	4,55	0,00
5103	10817	<i>Endochironomus albipennis</i>	Diptera	5oB	5o	B	1,44	1,93	4,20	1,09	0,26	1,23	2,87	2,11	2,45
11133	20081	<i>Procladius (Holotanytus) sp.</i>	Diptera	5oB	5o	B	2,67	1,99	4,24	0,44	0,70	1,41	2,22	3,89	1,33
6884	1058	<i>Sphaerium rivicola</i>	Bivalvia	5oB	5o	B	1,96	2,10	4,30	0,00	0,70	2,76	2,67	0,57	3,30
6314	10715	<i>Parametriochnemus stylatus</i>	Diptera	5oB	5o	B	3,64	2,16	4,34	1,11	0,00	0,49	2,46	4,70	1,24
4338	10385	<i>Apsectrotanytus trifascipennis</i>	Diptera	5oB	5o	B	2,18	2,19	4,35	0,37	0,81	0,57	3,11	3,48	1,66

6959	10764	<i>Synorthocladus semivirens</i>	Diptera	5oB	5o	B	2,71	2,21	4,36	0,00	1,24	2,40	1,76	0,67	3,92
6338	10421	<i>Paratendipes albimanus</i>	Diptera	5oB	5o	B	1,49	2,26	4,39	0,85	0,27	0,99	2,44	2,91	2,54
17890	371	<i>Haliphus immaculatus</i>	Coleoptera	5oB	5o	B	2,86	2,31	4,42	0,00	0,85	2,94	1,46	0,70	4,05
4909	10808	<i>Demicyptochironomus vulneratus</i>	Diptera	5oB	5o	B	2,30	2,44	4,48	0,00	0,38	2,20	3,22	0,62	3,59
6423	1979	<i>Pisidium personatum</i>	Bivalvia	5oB	5o	B	1,79	2,57	4,55	1,17	0,00	0,23	2,55	2,89	3,16
17899	370	<i>Haliphus ruficollis</i>	Coleoptera	5oB	5o	B	1,73	2,71	4,61	0,00	0,00	2,25	2,51	2,13	3,11
6297	10416	<i>Paracladopelma sp.</i>	Diptera	5oB	5o	B	2,57	2,72	4,61	0,00	0,00	2,12	3,42	0,65	3,80
4777	10617	<i>Cricotopus bicinctus</i>	Diptera	5oB	5o	B	4,37	2,73	4,62	1,18	0,00	0,89	2,63	0,00	5,31
5452	20121	<i>Kageronia fuscogrisea</i>	Ephemeroptera	5oB	5o	B	3,18	2,75	4,62	0,00	0,00	0,99	4,32	2,17	2,53
4611	20054	<i>Chaetocladius sp.</i>	Diptera	5oB	5o	B	1,83	2,75	4,63	0,00	0,00	2,31	2,30	2,19	3,19
6498	10429	<i>Polypedilum scalanenum</i>	Diptera	5oB	5o	B	4,38	2,77	4,63	1,18	0,00	1,44	1,38	0,69	5,32
7088	557	<i>Trienodes bicolor</i>	Trichoptera	5oB	5o	B	3,64	2,88	4,68	0,00	0,99	1,83	1,27	1,21	4,70
6345	10723	<i>Paratrissocladius excerptus</i>	Diptera	5oB	5o	B	4,05	2,91	4,69	0,00	0,00	0,55	3,19	5,04	1,22
6700	10752	<i>Rheacricotopus fuscipes</i>	Diptera	5oB	5o	B	3,96	3,23	4,82	0,00	0,00	0,92	2,05	4,97	2,07
18489	504	<i>Noterus crassicornis</i>	Coleoptera	5oB	5o	B	4,45	3,28	4,84	0,00	0,14	2,32	1,93	0,23	5,37
6268	525	<i>Oxyethira sp.</i>	Trichoptera	5oB	5o	B	4,29	3,60	4,95	0,00	0,37	1,46	1,73	1,20	5,24
4222	164	<i>Aeshna cyanea</i>	Odonata	5oA	5o	A	6,12	3,63	4,96	0,86	0,20	1,13	0,87	0,17	6,77
19391	1102	<i>Pisidium casertanum ssp.</i>	Bivalvia	5oB	5o	B	3,57	3,74	4,99	0,00	0,49	1,03	1,18	2,66	4,64
8357	10495	<i>Ablabesmyia monilis</i>	Diptera	5oB	5o	B	3,82	4,03	5,08	0,00	0,00	1,35	1,31	2,50	4,85
5873	20067	<i>Limnophyes sp.</i>	Diptera	5oA	5o	A	7,46	4,81	5,29	0,82	0,00	0,59	0,46	0,24	7,88
8039	10389	<i>Chironomus commutatus</i>	Diptera	5oA	5o	A	7,20	5,05	5,35	0,00	0,00	1,82	0,52	0,00	7,67
5478	10659	<i>Heterotrissocladius marcidus</i>	Diptera	5oB	5o	B	4,50	5,05	5,35	0,00	0,00	0,25	1,38	2,95	5,42
18684	10073	<i>Rhantus suturalis</i>	Coleoptera	5oA	5o	A	6,90	5,35	5,42	0,00	0,00	0,93	1,33	0,32	7,42
6635	10432	<i>Psectrotanypus varius</i>	Diptera	5oA	5o	A	6,24	5,60	5,48	0,00	0,00	0,80	0,51	1,82	6,87
5930	10511	<i>Macropelopia adauca</i>	Diptera	5oA	5o	A	7,95	7,16	5,77	0,00	0,00	0,00	0,59	1,12	8,30