MAN Energy Solutions
Antrag Neuerteilung Nutzwassererlaubnis

Gewässerökologisches Gutachten, Anlage 7

ANHANG 8

Fachbericht Makrozoobenthos

Inhaltsverzeichnis

Seite

1. Einleitung 1

2. Untersuchungsumfang und Methoden 2

2.1 Probestellen und Untersuchungszeitraum 2

2.2 Erfassungsmethoden, Auswertungs- und Bewertungsverfahren 4

3. Ergebnisse 5

3.1 Strukturelle Beschreibung der untersuchten Gewässer 5

3.1.1 Strukturelle Beschreibung des Lechs im IST-Zustand 5

3.1.2 Strukturelle Beschreibung des Stadtbachs im IST-Zustand 5

3.2 Die Makrozoobenthos-Besiedlung 6

3.2.1 Gesamtartenspektrum 6

3.2.2 Naturschutzfachlicher Status 7

3.2.3 Taxazahlen 7

3.2.4 Individuenzahlen 8

3.3 Analyse der Besiedlung nach Wasserrahmenrichtlinie (WRRL) 9

3.3.1 Modul „Saprobie“ 9

3.3.2 Modul „Allgemeine Degradation“ 10

3.4 Analyse der Arten- und Dominanzspektren 13

3.4.1 Biozönotische Regionen 13

3.4.2 Rheotypologie 13

3.5 Zusammenfassende Beschreibung des IST-Zustands 14

3.6 Verschiebungen im Artenspektrum 18

3.6.1 Zunahme von Gastropoden 18

3.6.2 Neozoen 21

3.7 Zusammenfassende Bewertung nach WRRL 22

3.8 Der Einfluss der Wärmeeinleitung auf die Makrozoobenthos-Besiedlung (IST-Zustand) 23

4. Prognose 27

5. Auswirkungen der Klimaerwärmung auf Fließgewässer-Ökosysteme 28

6. Zusammenfassung 29

7. Literatur 30

Anhänge (am Dokumentende)

Anhang 8.1: Probestellenbeschreibung

Anhang 8.2: Methodik: Datenerfassung und -bewertung

Anhang 8.3: Charakterisierung der Gewässertypen 2.1 und 4 im Idealzustand

Anhang 8.4: Gesamtartenliste - Abundanzen (Ind./m²) des Makrozoobenthos in den nach WRRL bearbeiteten Probestellen (Herbst 2018, Frühjahr 2019, Ind./m²)

Anhang 8.5: Alphabetisch geordnete Befundlisten (Herbst 2018, Frühjahr 2019, Ind./m²)

Tabellenverzeichnis

Seite

Tab. 1: Übersicht über die 2018 und 2019 bearbeiteten Probestellen 2
Tab. 2: Saprobienindizes – Herbst 2018 und Frühjahr 2019 10
Tab. 3: Modul “Allgemeine Degradation“ – Herbst 2018 11
Tab. 4: Modul “Allgemeine Degradation“ – Frühjahr 2019 11
Tab. 5: Dominanzspektren nach Zonenpräferenz im Herbst 2018 und im Frühjahr 2019 13
Tab. 6: Rheotypologisches Dominanzspektrum - Anteil an der Gesamtindividuenzahl (%) im Herbst 2018 und Frühjahr 2019 14
Tab. 7: Neozoen und ihre Anteile in den einzelnen Probestellen – Herbst 2018 und Frühjahr 2019 22
Tab. 8: Ökologische Zustandsklassen 2018 und 2019 23

Abbildungsverzeichnis

Seite

Abb. 1: Lage der Probestellen 3
Abb. 2: Taxazahlen in den 2018 und 2019 nach WRRL bearbeiteten Fließstrecken 8
Abb. 3: Individuenzahlen in den 2018 und 2019 nach WRRL bearbeiteten Fließstrecken 9
Abb. 4: Modul „Allgemeine Degradation“ - Ökologische Wertstufen der Einzelmetrics in den untersuchten Probestellen 12
Abb. 5: Verschiebungen im Artenspektrum bei der Beprobung im Herbst 2018 20
Abb. 6: Verschiebungen im Artenspektrum bei der Beprobung im Frühjahr 2019 21

Glossar

Augsburger Kanäle: das Stadtgebiet von Augsburg ist von einer Vielzahl künstlich angelegter Kanäle durchzogen. Grundsätzlich lassen sich die Augsburger Kanäle in die von Lechwasser beschickten „Lechkanäle“ sowie die mit Wertach und Singoldwasser beschickten „Wertachkanäle“ unterteilen. Die Wertachkanäle bleiben vom Vorhaben gänzlich unberührt.

Lechkanäle: als Lechkanäle werden im vorliegenden Gutachten zusammenfassend alle Gewässer im Stadtgebiet von Augsburg bezeichnet, die im unmittelbaren Wirkbereich des Vorhabens liegen bzw. als Kontrollbereiche oberhalb der Einleitung dienen und in denen deshalb Untersuchungen stattfanden.

1. Einleitung

Die MAN Energy Solutions SE (kurz MAN) entwickelt und produziert am Standort Augsburg als Maschinenbauunternehmen unterschiedliche Lösungen für den Energiemarkt – unter anderem große Motoren mit unterschiedlichsten Kraftstoffsystemen sowie Turbolader und weitere Komponenten.

Mit Bescheid der Stadt Augsburg, Umweltamt, vom 20.11.2001 wurde der MAN auf ihren Antrag vom 12.11.1996 eine gehobene Erlaubnis nach § 7 Wasserhaushaltsgesetz (WHG) i. V. m. Art. 16 Bayer. Wassergesetz zur Entnahme von Grundwasser und Wasser aus den Augsburger Kanälen sowie zur Wiedereinleitung von erwärmtem Wasser in die Oberflächengewässer im Bereich des Betriebsgeländes erteilt. Die Erlaubnis ist bis zum 31.12.2020 befristet. Aufgrund der Befristung ist eine neue Beantragung der Erlaubnis erforderlich.

Das BNGF wurde seitens MAN mit der gewässerökologischen und naturschutzfachlichen Begutachtung des Vorhabens beauftragt. Im Rahmen der Begutachtung wurden durch das BNGF Bestandserhebungen und Untersuchungen zur Fisch- und Gewässerökologie sowie zu aquatischen Arten durchgeführt. Weiterhin wurde das Untersuchungsgebiet hinsichtlich der Ausstattung mit aquatischen Strukturen, Fischhabitaten und Lebensraumtypen kartiert.

Um die Auswirkungen des Vorhabens auf die wirbellosen Kleintiere (Makrozoobenthos) im Ist-Zustand zu erfassen, wurden im Herbst 2018 und im Frühjahr 2019 in ausgewählten Probestellen ober- und unterhalb der Einleitung der MAN gewässerbiologische Untersuchungen durchgeführt. Der vorliegende Bericht enthält die Ergebnisse der nach den Vorgaben der Wasserrahmenrichtlinie durchgeführten Makrozoobenthos-Untersuchungen. Anhand eines Vergleichs der ermittelten Befunde ober- und unterhalb der Einleitung sollten mögliche Veränderungen der Besiedlung erfasst und dokumentiert werden. Insbesondere war zu klären, ob und inwieweit sich durch das veränderte Temperaturregime in den nach WRRL untersuchten Gewässerstrecken die gewässertypspezifisch relevanten Metrics und damit die Ökologische Zustandsklassifizierung ober- und unterhalb der Kühlwassereinleitung verändert haben.

Auf der Grundlage der Datenanalyse sollte abgeschätzt werden, ob und inwieweit sich Artenzusammensetzung und Abundanz der Makrozoobenthosbiozönose und die ökologische Funktionsfähigkeit des Gewässers durch das Vorhaben ggf. verändern werden.

2. Untersuchungsumfang und Methoden

2.1 Probestellen und Untersuchungszeitraum

Zur Dokumentation des Ist-Zustands wurde die Makrozoobenthosfauna im September 2018 (25.9.2018) und im April 2019 (17.4.2019) erfasst. Bearbeitet wurden insgesamt fünf Probestellen: zwei im Lech, eine im Auslaufkanal, zwei im Stadtbach Augsburg.

Die Beprobung wurde im Herbst 2018 während einer der jährlichen Bachauskehren durchgeführt. Der Stadtbach und der Auslaufkanal in Augsburg führten zu diesem Zeitpunkt deutlich weniger Wasser, die Fließgeschwindigkeiten waren stellenweise verlangsamt, was die Probenahme erleichterte. Die Probenahme im April 2019 fand zu normalen Abflussverhältnissen statt.

Eine Übersicht über die bearbeiteten Fließstrecken gibt Tab. 1. Die Lage der Probestellen ist Abb. 1 zu entnehmen. Eine ausführlichere Beschreibung der Probestellen findet sich in Anlage 8.1.

Tab. 1: Übersicht über die 2018 und 2019 bearbeiteten Probestellen

Probestelle	**Kurzbeschreibung**	**Besiedlungsbestimmende Faktoren**	**von der Wärme-einleitung**
MZB-01	**Stadtbach** oberhalb MAN (an der Kanalstraße in Augsburg)	begradigt, Uferverbauung (Mauern)	unbeeinflusst
MZB-02	**Stadtbach** unterhalb der Wärmeeinleitung	begradigt, Uferverbauung (Böschung)	beeinflusst
MZB-03	**Auslaufkanal** bei Mündung in den Lech	linksufrig Uferverbauung	beeinflusst
MZB-04	**Lech** (Referenzstrecke)	Restwasserführung	unbeeinflusst
MZB-05	**Lech** nach kompletter Durchmischung bei Gersthofen	Restwasserführung	beeinflusst

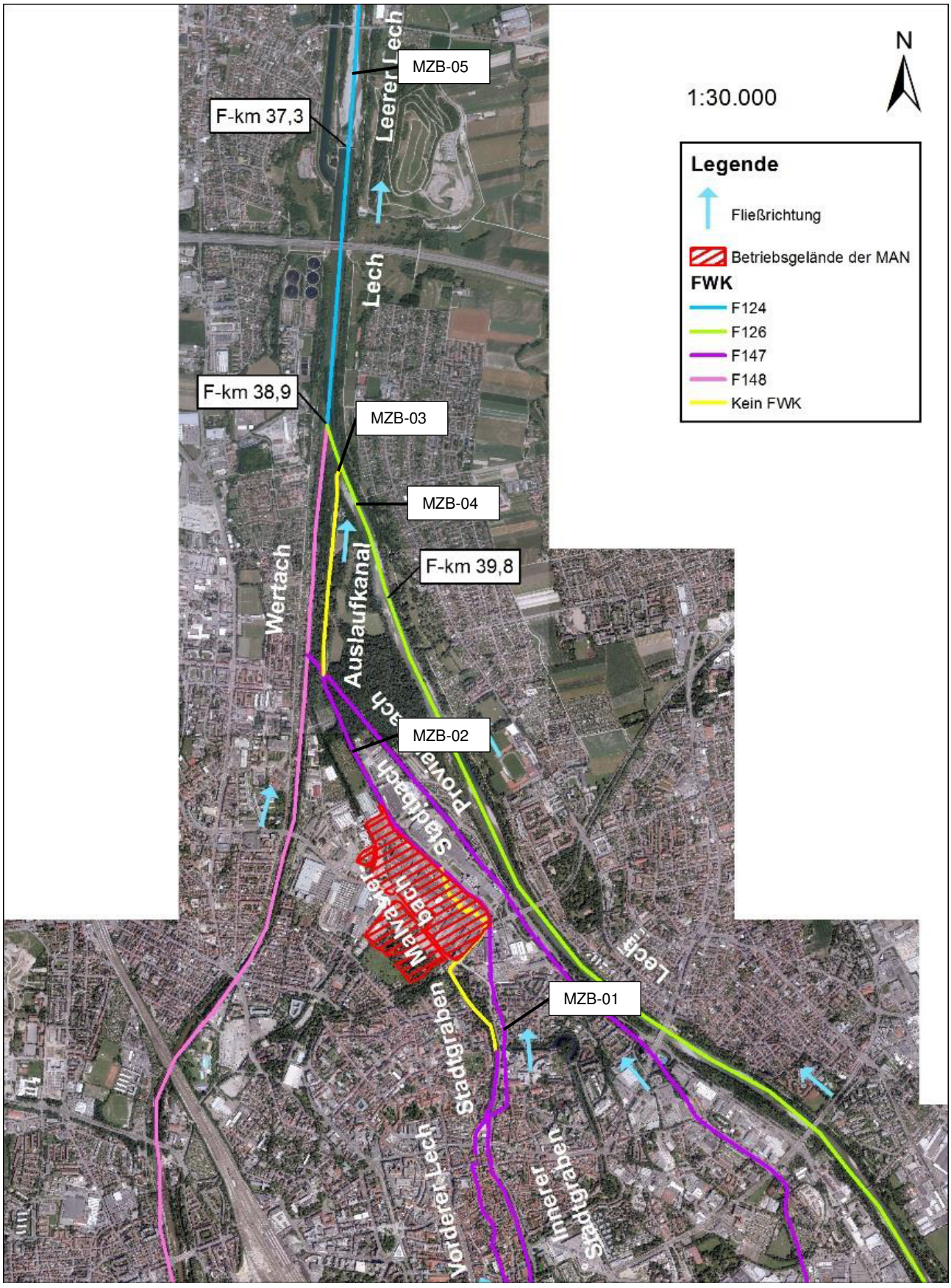


Abb. 1: Lage der Probestellen

2.2 Erfassungsmethoden, Auswertungs- und Bewertungsverfahren

Die **Probenahme** (Multihabitat-Sampling nach WRRL) und Auswertung nach WRRL orientierte sich an den Vorgaben zur Makrozoobenthosbeprobung im Handbuch tGewA (Fortschreibung 2012) sowie an den Angaben auf der Website „gewaesser-bewertung.de“.

Grundlage für die **ökologische Bewertung** anhand der Makrozoobenthos-Besiedlung nach WRRL war die Einstufung des untersuchten Flussabschnitts auf der Basis der Fließgewässertypisierung entsprechend den Anforderungen der Wasserrahmenrichtlinie (WRRL). Nach WRRL (POTTGIESSER 2008) bzw. nach DOEBELT-GRÜNE et. al. (2013) ist der Lech bei Augsburg (MZB-04) und bei Gersthofen (MZB-05) als „**Großer Fluss des Alpenvorlandes“ (Typ 4)“** und als erheblich verändert (HMWB, Nutzung „Wasserkraft“) einzustufen. Der vom Wasser des Lech gespeiste Stadtbach in Augsburg (MZB-01, MZB-02) wurde als „**Bach des Voralpenlandes (Typ 2.1)“** und ebenfalls als erheblich verändert (HMWB, Nutzung „Urbanisierung und Hochwasserschutz ohne Vorland“) eingestuft. Der Auslaufkanal (MZB-03) ist in der Karte des Umweltbundesamts zum Zeitpunkt des Redaktionsschlusses noch nicht als Fließwasserkörper ausgewiesen und damit augenscheinlich keinem Gewässertyp zugeordnet. Nach Auskunft des LfU Bayern wird die Einstufung sowie der Verlauf des F147 für den künftigen Bewirtschaftungszyklus geändert und der Auslaufkanal in den F147 aufgenommen (vgl. GÖG Kap. 2.2.1). Der Information des LfU folgend, wurde die Probestelle im Auslaufkanal (MZB-03) bei den Auswertungen dem F147 und damit dem Fließgewässer-Typ 2.1 zugeordnet und als erheblich verändert (HMWB, Nutzung Wasserkraft) eingestuft. Die Thematik der Umstufung wird im GÖG, Kap. 2.2 erläutert.

Aufgrund der geplanten Umstufung des Flusswasserkörpers F147 (vgl. GÖG, Kap. 2.2.1) in ein künstliches Gewässer (AWB) entfällt hier künftig die Bewertung des ökologischen Potenzials. Die Auswirkungen des geplanten Vorhabens werden daher sowohl nach der derzeit gültigen Einstufung des F147 hinsichtlich § 27 WHG (Verbesserungsgebot, Verschlechterungsverbot) sowie nach der künftigen Umstufung in ein AWB gem. § 12 WHG (schädliche Gewässerveränderung) prognostiziert und bewertet.

Zur Analyse der Besiedlung und Bewertung der Fließgewässertypen 2.1 und 4 werden gemäß Wasserrahmenrichtlinie in erster Linie die beiden Bewertungsmodule **„Allgemeine Degradation“** und „**Saprobie“** herangezogen.

Eine ausführliche Darstellung der Erfassungs-, Auswertungs- und Bewertungsmethoden (nach WRRL) ist Anhang 8.2 zu entnehmen.

3. Ergebnisse

In Anhang 8.3 ist der für die Gewässertypen 2.1 und 4 idealtypische strukturelle und gewässerbiologische Zustand beschrieben. Ob und in welchem Umfang die untersuchten Gewässerabschnitte im IST-Zustand von diesem Idealbild abweichen, wird in den Kap. 3.1 und 3.6 dargestellt.

3.1 Strukturelle Beschreibung der untersuchten Gewässer

3.1.1 Strukturelle Beschreibung des Lechs im IST-Zustand

Bereits im 19. Jahrhundert wurden am Lech bei Augsburg umfangreiche Maßnahmen zur Flussregulierung durchgeführt, die ursprüngliche Dynamik des Wildflusses ging dabei verloren. Deichbauten zwängten das ursprünglich mehrere hundert Meter breite Flussbett auf nur 50 bis 80 Meter ein. Das Wasser floss nun in einem schmalen Gerinne deutlich schneller, was zur Folge hatte, dass sich der Lech in den Untergrund eintiefte. Mit dem Bau der Staustufen verschärfte sich die Situation, denn an den Stauwehren wurde die Kiesfracht aus den Bergen unterbrochen. Da von oben kein Kies nachkommen konnte, tiefte sich der Lech um bis zu sieben Meter in den Untergrund ein. Besonders problematisch ist dabei bis heute die Absenkung des Grundwasserspiegels. Sie führt dazu, dass Quellen und Bäche in flussnahen Bereichen austrocknen und somit wertvolle Lebensräume seltener Tier- und Pflanzenarten verloren gehen.

Im Landschaftsgebiet Wolfzahnau, wo die Mündung des Auslaufkanals (MZB-03) und die Referenzstrecke (MZB-04) liegen, ist die Aue des Lechs noch weitgehend von Auwaldresten bedeckt, die früher weite Teile von Lechufer und -aue einnahmen.

Am Nordrand von Augsburg, am Stauwehr von Gersthofen, zweigt der breite, parallel zum Lechmutterbett verlaufende Lechkanal, der drei Wasserkraftwerke speist, Richtung Meitingen ab. Er fließt erst nach über 20 Kilometern und mehreren Kraftwerkspassagen wieder zurück ins Flussbett. Der Lech selbst führt in dieser Strecke im Mutterbett (Probestelle MZB-05) nur einen Restwasserabfluss angereichert durch Grundwasser.

3.1.2 Strukturelle Beschreibung des Stadtbachs im IST-Zustand

Der größte Teil des Wassers der Augsburger Kanäle stammt nicht aus Quellgebieten, sondern wird künstlich, hauptsächlich aus dem Lech ausgeleitet. Der Wasserstand kann über Ausleitungsbauwerke gesteuert werden. Eine natürliche Fließgewässerdynamik ist nicht mehr vorhanden, Überschwemmungsgebiete (Auen) fehlen, Hochwasserereignisse finden nicht statt.

3.2 Die Makrozoobenthos-Besiedlung

Die der nachfolgenden Datenanalyse zugrundeliegenden Ergebnisse (Taxalisten, Originaldaten) sind in den Anhängen 8.4 und 8.5 zusammengefasst:

- Der Anhang 8.4 gibt eine Übersicht über die im Herbst 2018 und im Frühjahr 2019 in den fünf nach WRRL bearbeiteten Fließstrecken ermittelten Makrozoobenthos-Taxa und ihre Abundanzen (Ind./m²) in den einzelnen Probestellen.

- Der Anhang 8.5 enthält alphabetisch geordnete Befundlisten zur Eingabe in das Asterics-Programm mit Angaben zu den Häufigkeiten der einzelnen Taxa (Ind./m²).

3.2.1 Gesamtartenspektrum

Im Rahmen von zwei Begehungen im September 2018 und im Mai 2019 konnten im Lech, Auslaufkanal und Stadtbach insgesamt **115 Taxa** nachgewiesen werden.

Das Artenspektrum umfasst neben weit verbreiteten Spezies auch eine Reihe von rheobionten, rheophilen, für das Rhithral typische Arten. Hervorzuheben sind:

- Die Erbsenmuschel ***Pisidium amnicum***[1] **(RL Bayern 2)** lebt nach FALKNER (1992) in sauberen Flüssen, größeren Bächen und Seen, vor allem in feinsandig-schlammigem Grund. Im September 2018 wurde die Art im Stadtbach unterhalb der Wärmeinleitung (MZB-02) in geringer Dichte (4 Ind/m²) nachgewiesen.

- Die Eintagsfliege ***Caenis rivulorum***[2] **(RL Bayern 3)** kommt nur in Fließgewässern (Rhihral bis Epipotamal) vor und besiedelt detritusreiche Hartsubstrate in mäßiger Strömung (ADAM 1992). Im April 2019 wurde sie im Lech bei Gersthofen (MZB-05) in geringer Indiviendichte (7 Ind./m²) nachgewiesen.

- Die Eintagsfliege ***Ecdyonurus aurantiacus***[2] **(RL Bayern 3)** gilt nach VAN DEN BRINK et al. (1990) als rheophile Art, die das Epi- und Metapotamal besiedelt. Larvalnachweise liegen aus drei Probestellen (MZB-3, MZB-04, MZB-05) vor. Die höchsten Dichten erreichte sie im September 2018 im Lech bei Augsburg (MZB-04, 20 Ind./m²) und im Lech bei Gersthofen (MZB-05, 12 Ind./m²).

- Die Kleine Zangenlibelle ***Onychogomphus forcipatus***[2] **(RL Bayern V)** besiedelt vor allem schnell fließende Bäche und Flüsse mit kiesigem oder sandigem Ufer , kommt aber auch an Seenufern vor. Die Art konnte in vier Probestellen (MZB-1, MZB-02, MZB-03, MZB-04) nachgewiesen werden (Larvalfunde). Die höchste Dichte erreichte sie im September 2018 im Auslaufkanal (MZB-03, 7 Ind./m²).

- Die Erbsenmuschel ***Pisidium hensolwanum***[1] **(RL Bayern 3)** bevorzugt nach FALKNER (1990) ruhig strömende Flüsse und größere Bäche, durchströmte Altwasser und das Seenlitoral. Wichtig ist ein feines, schlammdurchsetztes Sediment bei guter Durchlüftung und Wasserbewegung. Die Art konnte im September 2018 im Stadtbach unterhalb der Wärmeeinleitung (MZB-02) in mittlerer Individuendichte (40 Ind./m²) nachgewiesen werden.

[1] Nachbestimmt durch Manfred Colling
[2] Nachbestimmt durch Olav König

- Die Erbsenmuschel ***Pisidium casertanum***[1] **(RL Bayern Vorwarnliste)** ist nach FALKNER 1990a typisch für Klein- und Temporärgewässer. Die Art konnte im September 2018 im Stadtbach unterhalb der Wärmeeinleitung (MZB-02, 8 Ind./m2) nachgewiesen werden.
- Die rheophile Wasserwanze ***Aphelocheirus aestivalis*** **(RL Bayern Vorwarnliste)** lebt am Grund schnell fließender, sauerstoffreicher Gewässer, meist unter Steinen (SAUER 1988). Sie ernährt sich vorwiegend von kleinen Kugel- und Erbsenmuscheln, die ausgesaugt werden (JORDAN 1950). Im Untersuchungsgebiet wurde die Art nur im Stadtbach unterhalb der Wärmeeinleitung (MZB-02) und im Auslaufkanal (MZB-03) nachgewiesen. Relativ hohe Individuendichten erreichte sie im Herbst 2018 in beiden Probestellen (jeweils 65 Ind./m^2).

3.2.2 Naturschutzfachlicher Status

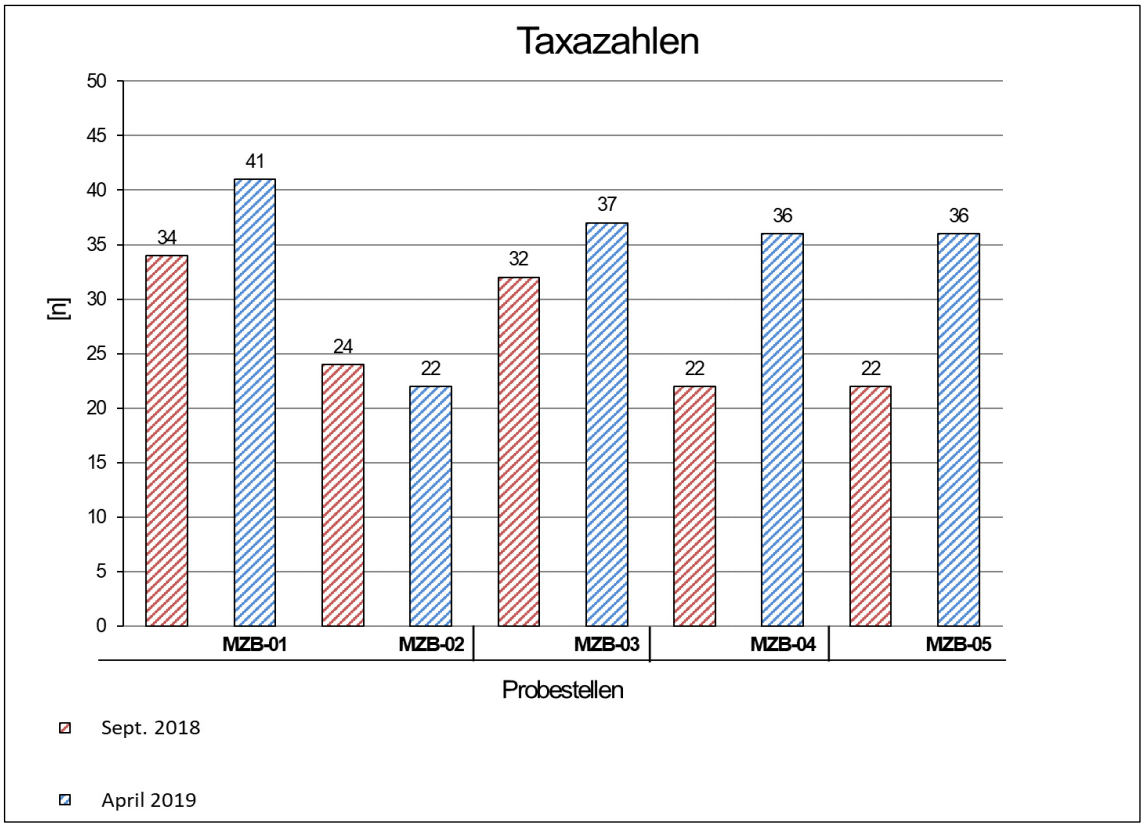
Acht der im Untersuchungsgebiet lebend nachgewiesenen Arten stehen auf der „Roten Liste gefährdeter Tiere Bayerns“ (BAYERISCHES LANDESAMT FÜR UMWELTSCHUTZ, 2003, 2018). Davon sind eine Art als stark gefährdet, drei Arten als gefährdet eingestuft, vier weitere stehen auf der Vorwarnliste.

3.2.3 Taxazahlen

Die im Herbst 2018 bzw. Frühjahr 2019 in den einzelnen Probestellen ermittelten Taxazahlen ist in Abb. 2 grafisch dargestellt.

Wie die Abb. 2 zeigt, wurden im **Herbst 2018** die höchsten Taxazahlen im Stadtbach oberhalb der Wärmeeinleitung (MZB-Nr.1, 34 Taxa) sowie unterhalb der Einleitungsstelle der Firma MAN im Auslaufkanal (MZB-3, 32 Taxa) festgestellt. Am niedrigsten lagen die Taxazahlen im Lech (MZB-04, Referenzstrecke, 22 Taxa) und im Lech bei Gersthofen (MZB-05, 22 Taxa). Auch unterhalb der Wärmeeinleitung (MZB-02, 24 Taxa) waren die Werte deutlich niedriger als oberhalb. Es ist nicht auszuschließen, dass die im September 2018 festgestellten niedrigen Taxazahlen in den beiden Restwasserstrecken des Lechs (MZB-04, MZB-05) mit den Auswirkungen des Jahrhundertsommers 2018 in Zusammenhang stehen (vgl. auch Kap. 3.6, 3.7)

Im **Frühjahr 2019** wies - wie im Herbst 2018 - der Stadtbach oberhalb der Wärmeeinleitung (MZB-01) mit 41 Taxa die artenreichste Besiedlung auf (Abb. 2). Im Stadtbach unterhalb der Wärmeeinleitung (MZB-02) konnten nur 22 Taxa nachgewiesen werden. Höher als im Herbst 2018 lagen die Taxzahlen im Auslaufkanal (MZB-03, 37 Taxa), in der Referenzstrecke des Lechs (MZB-04, 36 Taxa) und im Lech bei Gersthofen (MZB-05, 36 Taxa).



Erläuterung:
Alle in der Grafik angegebenen Zahlenwerte stammen aus den Asterics-Zusammenfassungen.

Abb. 2: Taxazahlen in den 2018 und 2019 nach WRRL bearbeiteten Fließstrecken

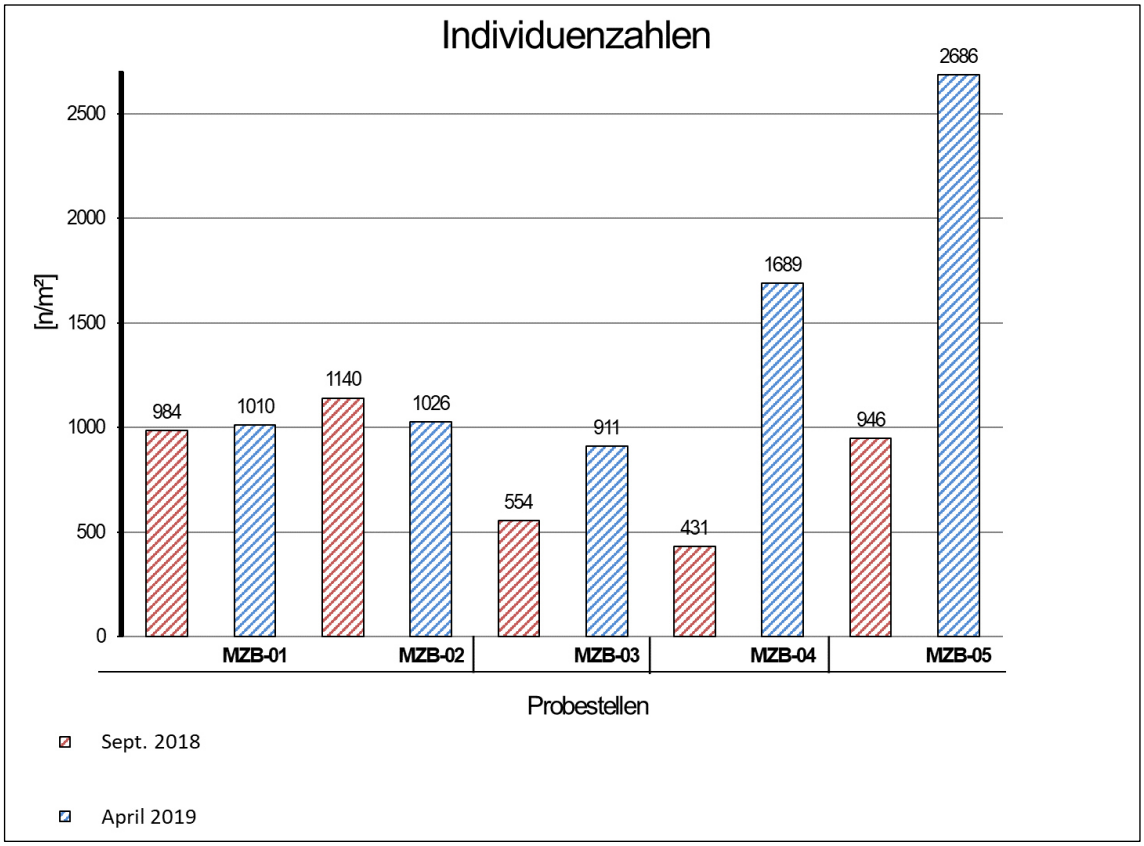
3.2.4 Individuenzahlen

In Abb. 3 sind die **Individuenzahlen** der im Herbst 2018 bzw. Frühjahr 2019 bearbeiteten Fließstrecken vergleichend gegenübergestellt.

Im **Herbst 2018** war der Stadtbach unterhalb der Wärmeeinleitung (MZB-02, 1140 Ind./m²) am individuenreichsten besiedelt (Abb. 3). Im Auslaufkanal (MZB-03, 554 Ind./m²), in der Referenzstrecke des Lechs (MZB-04, 431 Ind./m²) und im Lech bei Gersthofen (MZB-05, 946 Ind./m²) lagen die Individuenzahlen im Herbst 2018 dagegen deutlich niedriger als im Frühjahr 2019. Dieser Befund könnte mit den hohen Temperaturen im Jahrhundertsommer 2018 in Zusammenhang stehen.

Im **Frühjahr 2019** wies der Lech bei Gersthofen (MBZ-05) mit 2.686 Ind./m² die individuenreichste Besiedlung auf (Abb. 3). Auch die übrigen Probestellen waren individuenreich besiedelt, wobei der niedrigste Wert im Auslaufkanal (MZB-03, 911 Ind./m²) festgestellt wurde.

Die Individuenzahlen können bei Makroinvertebraten generell zum Teil erheblichen Schwankungen unterliegen. In den untersuchten Gewässern spiegelt die Zu- bzw. Abnahme der Individuenzahl in den meisten Fällen vorrangig die Bestandsentwicklung von in allen oder in einzelnen Probestellen dominant auftretenden Taxa wie z.B. *Gammarus roeseli*, *Bithynia tentaculata* oder *Chironomidae* wider.



Erläuterung:

Alle in der Grafik angegebenen Zahlenwerte stammen aus den Asterics-Zusammenfassungen.

Abb. 3: Individuenzahlen in den 2018 und 2019 nach WRRL bearbeiteten Fließstrecken

3.3 Analyse der Besiedlung nach Wasserrahmenrichtlinie (WRRL)

3.3.1 Modul „Saprobie“

Im Modul „**Saprobie“** wird der **Saprobienindex (SI)** berechnet, ein Wert, der direkt in eine fünfstufige Qualitätsklasse des Moduls „Saprobie“ (von „sehr gut“ bis „schlecht“) überführt wird. Mit dem Saprobien-Index lassen sich die Auswirkungen organischer Verschmutzungen auf die Makrobenthosfauna kiesgeprägter Ströme erfassen und bewerten (vgl. Methodik: Datenerfassung und -bewertung, Anhang 8.2).

In den untersuchten Gewässern wurden im **Herbst 2018** Werte zwischen 1,99 (MZB-05) und 2,14 (MZB-02) ermittelt, alle SI-Werte waren gesichert. Auf der Basis der Saprobienindizes konnten der Stadtbach oberhalb der Wärmeeinleitung (MZB-01), der Auslaufkanal (MZB-03) und der Lech bei Gersthofen (MZB-04) hinsichtlich des Moduls „Saprobie“ in die Qualitätsklasse 2 („gut“) eingestuft werden. Für den Stadtbach unterhalb der Einleitung (MZB-02) und die Referenzstrecke des Lechs (MZB-04) war nur eine Einstufung in die Qualitätsklasse 3 („mäßig“) möglich. Das schlechte Abschneiden der Referenzstrecke könnte auf den in diesem Bereich hohen Erholungsdruck (Camper, Baden, Hunde-Pinkelstelle) und auf die Auswirkungen des Jahrhundertsommers 2018 zurückzuführen sein.

Im **Frühjahr 2019** wurden gesicherte Werte zwischen 1,91 (MZB-01) und 2,22 (MZB-02) ermittelt (Tab. 2). Mit Ausnahme der Stadtbach-Probestelle unterhalb der Wärmeeinleitung (MZB-02) konnten alle untersuchten Gewässerabschnitte hinsichtlich des Moduls „Saprobie“ in die Qualitätsklasse 2 („gut“) eingestuft werden. Für den Stadtbach unterhalb der Einleitung (MZB-02) war nur eine Einstufung in die Qualitätsklasse 3 („mäßig“) möglich.

Tab. 2: Saprobienindizes – Herbst 2018 und Frühjahr 2019

Probestelle	MZB-01 9/2018	MZB-02 9/2018	MZB-03 9/2018	MZB-04 2018	MZB-05 2018
Saprobienindex	2,01	2,14	2,09	2,11	1,99
Qualitätsklasse	gut	mäßig	gut	mäßig	gut

Probestelle	MZB-01 4/2019	MZB-02 4/2019	MZB-03 4/2019	MZB-04 4/2019	MZB-05 4/2019
Saprobienindex	1,91	2,22	2,03	1,97	1,94
Qualitätsklasse	gut	mäßig	gut	gut	gut

Erläuterung:

Alle Ergebnisse waren gesichert. Die in der Tabelle angegebenen Zahlenwerte stammen aus den Asterics-Zusammenfassungen, auf- bzw. abgerundet auf zwei Stellen hinter dem Komma.
9/2018: Bearbeitung im September 2018
4/2019: Bearbeitung im April 2019
MZB-01-MZB-02: HMWB, Nutzung Urbanisierung und Hochwasserschutz ohne Vorland, Typ 2.1
MZB-03: HMWB, Nutzung Wasserkraft, Typ 2.1 (Einstufung aufgrund behördlich geändertem Flusswasserkörperverlaufs)
MZB-04-MZB-05: HMWB, Nutzung Wasserkraft, Typ 4

3.3.2 Modul „Allgemeine Degradation“

Das Modul „Allgemeine Degradation“ spiegelt die Auswirkungen verschiedener Stressoren (z.B. Beeinträchtigung der Gewässermorphologie) wider. Für Große Flüsse des Voralpenlandes, den Gewässertyp 4, sind folgende Einzelindizes (Metrics) relevant:

- **EPT [%] (HK)**: Der Metric berechnet die relative Abundanz der Ephemeroptera-, Plecoptera- und Trichoptera-Taxa auf der Grundlage von Häufigkeitsklassen.

- **Fauna-Index Typ 4**: Der Index bewertet die Auswirkungen struktureller Degradation auf Habitatebene (z. B. Vorkommen oder Fehlen bestimmter Mikrohabitate) und auf Einzugsgebietebene (z. B. verstärkte Sedimentation aus intensiv landwirtschaftlich genutzten Flächen).

- **Anzahl EPTCBO**: Die Gruppe der EPTCBO-Taxa (Ephemeroptera, Plecoptera, Trichoptera, Coleoptera, Bivalvia, Odonata) stellt in naturnahen „Großen Flüssen des Alpenvorlandes“ einen erheblichen Teil der vorkommenden Taxa, darunter zahlreiche spezialisierte Arten, die kennzeichnend für die sauerstoffreichen, schnellfließenden Abschnitte oder die kiesig-sandigen Ablagerungen sind.

- **Rheoindex (HK)**: Der Index gibt das Verhältnis der rheophilen und rheobionten Taxa eines Fließgewässers zu den Stillwasserarten und Ubiquisten an. Er spiegelt die biologisch wirksamen Strömungsverhältnisse wider.

Die genannten Metrics sind auch für den Gewässertyp 2.1 relevant, wobei der Fauna-Index Typ 4 bei Bächen des Voralpenlandes ersetzt wird durch den Fauna-Index Typ. 2.1.

Eine Übersicht über die Metric-Werte der Klassengrenzen für das Modul „Allgemeine Degradation" für den Gewässertyp 4 und ausführlichere Angaben zu den einzelnen Metrics gibt die Anlage 2 (Methoden).

In Tab. 3 und 4 sind die für die fünf Probestellen im Herbst 2018 und im Frühjahr 2019 ermittelten Metrics gegenübergestellt.

Tab. 3: Modul "Allgemeine Degradation" – Herbst 2018

Probestelle	**MZB-01 9/2018**	**MZB-02 9/2018**	**MZB-03 9/2018**	**MZB-04 9/2018**	**MZB-05 9/2018**
EPT (%) (HK)	56,72	12,28	35,38	46,67	70
Fauna-Index-Typ 2.1	-0,57	-0,67	-0,55	-	-
Fauna-Index-Typ 4	-	-	-	-1,21	-0,81
Anzahl EPTCBO	21	12	18	13	14
Rheoindex (HK)	0,62	0,19	0,37	0,48	0,77
Allgemeine Degradation	mäßig	unbefr.	mäßig	mäßig	gut

Tab. 4: Modul "Allgemeine Degradation" – Frühjahr 2019

Probestelle	**MZB-01 4/2019**	**MZB-02 4/2019**	**MZB-03 4/2019**	**MZB-04 4/2019**	**MZB-05 4/2019**
EPT (%) (HK)	48,68	15,22	33,87	56,25	56,34
Fauna-Index-Typ 2.1	-0,24	-0,83	-0,64	-	-
Fauna-Index-Typ 4	-	-	-	-1	-0,84
Anzahl EPTCBO	24	8	19	22	23
Rheoindex (HK)	0,46	0,24	0,42	0,59	0,74
Allgemeine Degradation	mäßig	schlecht	mäßig	gut	gut

Erläuterung:

Alle Ergebnisse waren gesichert. Die in der Tabelle angegebenen Zahlenwerte stammen aus den Asterics-Zusammenfassungen, auf- bzw. abgerundet auf zwei Stellen hinter dem Komma.
9/2018: Bearbeitung im September 2018
4/2019: Bearbeitung im April 2019
MZB-01-MZB-02: HMWB, Nutzung Urbanisierung und Hochwasserschutz ohne Vorland, Typ 2.1
MZB-03: HMWB, Nutzung Wasserkraft, Typ 2.1 (Einstufung aufgrund behördlich geändertem Flusswasserkörperverlaufs)
MZB-04-MZB-05: HMWB, Nutzung Wasserkraft, Typ 4

Wie die Tabellen 3 und 4 zeigen, erreicht der Stadtbach oberhalb der Wärmeeinleitung (MZB-01) bei beiden Begehungen in der Qualitätsklasse des Moduls „Allgemeine Degradation die Stufe 3 („mäßig").

Der ökologische Zustand des Stadtbachs unterhalb der Wärmeeinleitung (MZB-02) war auf der Basis der Herbstwerte 2018 „unbefriedigend" (Stufe 4), im Frühjahr 2019 musste der wärmebeeinflusste Gewässerabschnitt sogar der Stufe 5 („schlecht") zugeordnet werden. Die gegenüber dem Herbst 2018 schlechtere Einstufung könnte auf die unterschiedliche Wasserführung an beiden Beprobungsterminen zurückzuführen sein. Im Herbst 2018 konnte das Gewässer bei Niedrigwasser-

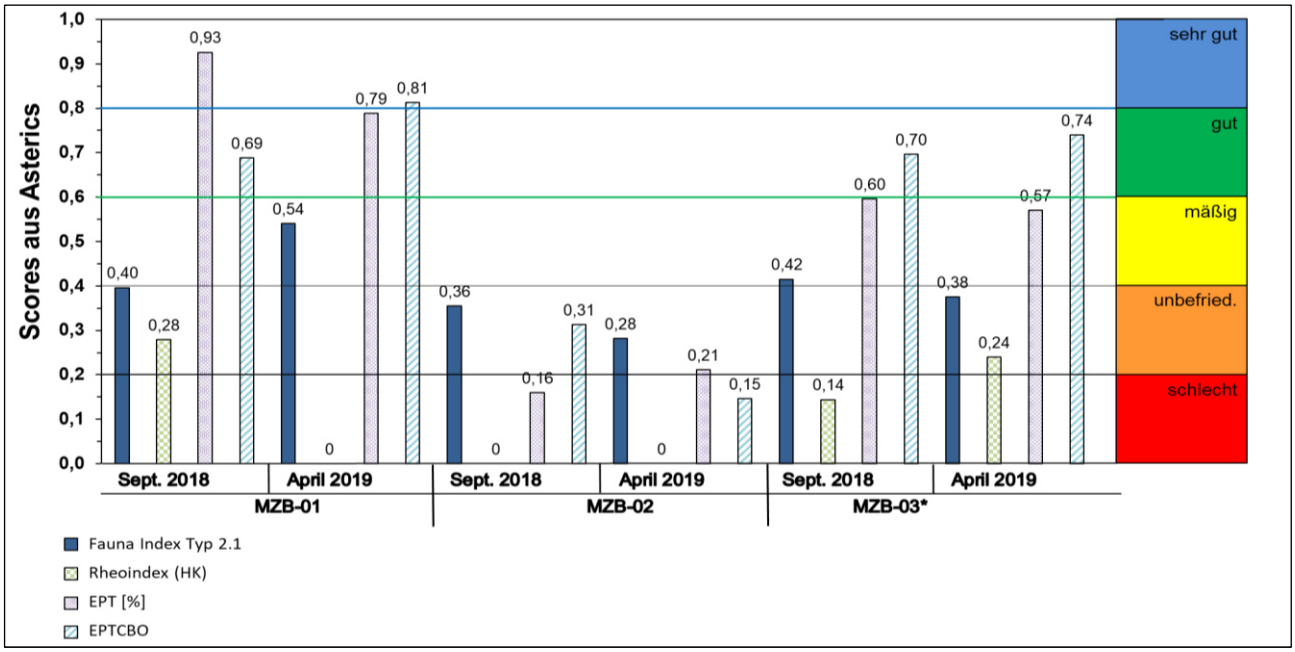
führung im Rahmen der jährlichen Bachauskehr auch in der Bachmitte gut beprobt werden, im Frühjahr 2019 war das aufgrund des höheren Abflusses, wie er für diese Jahreszeit typisch ist, nicht möglich. Das Gewässer musste, wie in der WRRL für nicht durchwatbare Gewässer empfohlen, am Ufer und vom Ufer aus beprobt werden.

Der Auslaufkanal (MZB-03) ist sowohl auf der Basis der Herbst-, als auch auf der Basis der Frühjahrsdaten in die Qualitätsklasse des Moduls „Allgemeine Degradation 3 („mäßig“) einzustufen.

Der Lech bei Augsburg (MZB-04) erreichte im Herbst 2018 in der Qualitätsklasse des Moduls „Allgemeine Degradation nur die Stufe 3 („mäßig“), im Frühjahr 2019 konnte er der Stufe 2 (gut“) zugeordnet werden. Die schlechtere Einstufung im Herbst 2018 könnte auf den Einfluss des Jahrhundertsommers zurückzuführen sein, der die Besiedlung in der durch Erholungsdruck und Eutrophierung vorbelasteten Restwasserstrecke möglicherweise negativ beeinflusst hat.

Der Lech bei Gersthofen (MZB-05) konnte bei beiden Begehungen in die Stufe 2 („gut“) der Qualitätsklasse des Moduls „Allgemeine Degradation“ eingestuft werden.

Abb. 4 zeigt eine grafische Darstellung der auf der Basis der Metric-Ergebnisse vom ASTERICS-Programm errechneten Scores (0-1), die die Einstufung der fünf Probestellen in die Qualitätsklasse des Einzelmoduls „Allgemeine Degradation“ verdeutlichen.



Erläuterung:

Die in der Tabelle angegebenen Zahlenwerte stammen aus den Asterics-Zusammenfassungen, auf- bzw. abgerundet auf zwei Stellen hinter dem Komma.

*: Auslaufkanal (MZB-03) aufgrund der behördlichen Anpassung des Flusswasserkörperverlaufs typisiert als Typ 2.1

Abb. 4: Modul „Allgemeine Degradation“ - Ökologische Wertstufen der Einzelmetrics in den untersuchten Probestellen

3.4 Analyse der Arten- und Dominanzspektren

3.4.1 Biozönotische Regionen

Arten der „Forellenregion“, die das Epi- und Metarhitral mit Sommerwassertemperaturen um 10° C besiedeln, erreichten im Untersuchungsgebiet Anteile zwischen 24,70 % und 14,13 % an der Gesamtindividuenzahl (Tab. 5). Die niedrigsten Prozentanteile dieser temperaturempfindlichen Artengruppe wurden im Stadtbach unterhalb der Wärmeeinleitung (MZB-02, im September 2018 14,74 %, im April 2019 14,13 %) nachgewiesen (Tab. 5).

Tab. 5: Dominanzspektren nach Zonenpräferenz im Herbst 2018 und im Frühjahr 2019

Probestelle	**MZB-01**		**MZB-02**		**MZB-03**		**MZB-04**		**MZB-05**	
Gewässerzonen	**9/18**	**4/19**	**9/18**	**4/19**	**9/18**	**4/19**	**9/18**	**4/19**	**9/18**	**4/19**
Eukrenal (%)	0,32	0	0,10	0,02	1,17	0,02	0,42	0	0,04	0,02
Hypokrenal (%)	7,43	6,67	6,40	6,60	6,08	8,52	5,87	4,18	3,91	1,03
Epirhithral (%)	8,70	8,07	7,24	6,83	9,77	9,91	10,16	8,80	8,36	9,88
Metarhithral (%)	10,38	13,21	7,50	7,3	9,70	9,92	10,44	10,26	10,70	10,02
Hyporhithral (%)	19,51	19,43	16,54	15,87	18,10	18,39	16,80	14,44	18,36	10,83
Epipotamal (%)	20,77	15,44	22,94	17,73	25,27	18,68	17,94	14,17	19,77	10,67
Metapotamal (%)	8,50	7,17	11,06	11,15	5,67	8,92	9,90	9,53	9,56	9,39
Hypopotamal (%)	0,12	0,26	3,60	4,78	0,94	1,07	2,37	4,47	2,74	8,22
Litoral (%)	13,88	13,60	19,54	19,34	10,13	16,58	14,83	15,96	10,81	18,04
Profundal (%)	0,02	0,22	0	0,45	0	1,63	4,08	7,90	5,18	16,33
Litoral,Profundal (%)	13,90	13,82	19,54	19,79	10,13	18,20	18,91	23,85	15,99	34,37
Keine Daten verfügbar	10,37	15,94	5,09	9,94	13,18	6,37	7,19	10,30	10,57	5,59
Epi- und Meta-rhithral Summe	19,08	21,28	14,74	14,13	19,47	19,83	20,6	24,70	19,06	19,90
Potamal Summe	48,78	22,87	37,60	33,66	31,88	28,67	30,21	28,17	32,07	28,28

Erläuterung:

Zahlenwerte aus der Zusammenfassung der ASTERICS-Auswertung, auf- bzw. abgerundet auf zwei Stellen hinter dem Komma. (Quelle: ASTERICS-Zusammenfassung, Excel-Datei, Metrics, Zeilen 173-184); vgl. auch Anlage 2, Methoden
9/18: September 2018
4/19: April 2019
Sommerwassertemperaturen in Bächen:
Hypokrenal (Quellbäche) ca. 10° C, Epirhitral (obere Forellenregion) ca. 10 °C, Metarhitral (Untere Forellenregion) ca. 10° C, Hyporhitral (Äschenregion) ca. 15 °C, Epipotamal (Barbenregion) ca. 15 ° C, Metapotamal (Brassenregion) bis zu 20°C.
Hypoptamal (Kaulbarsch-Flunderregion), Litoral (Uferregion, Altarme), Profundal (Tiefenzone)

3.4.2 Rheotypologie

Wie Tab. 6 zeigt, erreichen **rheobionte und rheophile** (RB, RP) Arten zusammen zwischen rund 0,88 und 49,28 % der Gesamtindividuenzahl. Im Stadtbach unterhalb der Wärmeeinleitung (MZB-02) ist der Anteil dieser Artengruppe mit 13,51 % (September 2018) bzw. 0,88 % (April 2019) geringer als in den anderen Probestellen.

Im Lech bei Gersthofen (MZB-05) wurden im April 2018 mit 8,82 % ebenfalls auffallend niedrige Anteile der RB-RP-Arten festgestellt. Dieser Befund ist auf die Dominanz der Chironomiden (2193 Ind./m2) zurückzuführen, die im ASTERICS-Programm den hinsichtlich des besiedlungsbestimmenden Faktors Strömung indifferenten Taxa zugeordnet wurden und so den Anteil der Indifferenten auf 81,94% erhöhten. Im September 2018 waren Chironomiden mit rund 200 Ind./m^2 nicht so häufig vertreten. Aus diesem Grund erreichten die RB-RP-Taxa im Herbst mit 35,63 % deutlich höhere Anteile als im Frühjahr.

Tab. 6: Rheotypologisches Dominanzspektrum - Anteil an der Gesamtindividuenzahl (%) im Herbst 2018 und Frühjahr 2019

Probestelle	**MZB-01**		**MZB-02**		**MZB-03**		**MZB-04**		**MZB-05**	
Rheotypologie	**9/18**	**4/19**	**9/18**	**4/19**	**9/18**	**4/19**	**9/18**	**4/19**	**9/18**	**4/19**
Limnobiont LB	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Limnophil LP	-	0,10	0,18	0,10	1,44	2,63	1,62	0,18	0,32	0,26
Limno - rheophil LR	0,61	0,10	2,37	2,05	0,54	0,22	-	0,18	-	0,04
Rheo - limnophil RL	66,97	66,83	60,53	64,72	37,00	71,90	53,60	42,16	35,20	8,12
Rheophil RP	19,51	7,43	2,11	0,88	25,63	11,31	12,99	14,27	33,83	7,93
Rheobiont RB	2,95	10,30	11,40	-	23,65	0,22	3,02	0,83	1,80	0,89
Indifferent IN	2,13	3,37	21,23	22,71	6,50	10,87	23,43	41,15	26,85	81,94
Keine Daten verfügbar	7,83	11,88	2,19	9,55	5,24	2,85	5,34	1,24	2,01	0,82
Rheophil/Rheobiont Summe	22,46	17,73	13,51	0,88	49,28	11,53	16,01	15,1	35,63	8,82

Erläuterung:

Zahlen aus der Zusammenfassung der ASTERICS-Auswertung, auf- bzw. abgerundet auf zwei Stellen hinter dem Komma. (Quelle: ASTERICS-Zusammenfassung, Excel-Datei, Metrics, Zeilen 194-200)
9/18: September 2018
4/19: April 2019

Rheobiont (RB) - an Zonen mit hoher Strömung gebunden
Rheophil (RP) - strömungsliebend
Rheo- bis limnophil (RL) - bevorzugt in langsam fließ. Gewässern
Limno- bis rheophil (LR) - bevorzugt in Stillgewässern
Limnophil (LP) - selten in langsam fließ. Gewässern
Limnobiont (LB) - nur in Stillgewässern
Indifferent (IN) - keine Präferenz für best. Strömungsbedingungen

3.5 Zusammenfassende Beschreibung des IST-Zustands

Die fünf bearbeiteten Fließgewässerabschnitte weichen strukturell und hydrologisch in unterschiedlichem Umfang von dem naturnahen Idealzustand der Gewässertypen 4 bzw. 2.1 (vgl. Anlage 8.3) ab. Die abiotischen Bedingungen, darunter Parameter wie z.B. die Ufer- und Sohlstruktur, das Substratangebot, die Fließgeschwindigkeit und das Strömungsmuster, bestimmen die Makrozoobenthos-Besiedlung ebenso wie die Temperaturverhältnisse im Gewässer.

MZB-01 – Stadtbach oberhalb der Wärmeeinleitung

Flusswasserkörper: F 147, HMWB, Typ 2.1, Nutzung: Urbanisierung und Hochwasserschutz ohne Vorland

Strukturbeschreibung: Die Gewässerstrecke ist begradigt, von Mauern eingefasst und verläuft kanalartig. Eine Bachdynamik ist nicht vorhanden. Die oberhalb der Mauern liegenden steilen Uferböschungen sind mit Gehölzen bewachsen, die das Gewässer beschatten und zu Stoffeintrag (vor allem Laub, Holz) führen und. Das Wasser ist durchgehend tief (tiefer als 1 m). Die Strömungsgeschwindgkeit ist sehr hoch, lenitische Bereiche und ein abwechslungsreiches Strömungsmuster fehlen. Der Gewässergrund besteht aus Kies in unterschiedlichen Korngrößen und ist nur teilweise kolamtiert. Die Wasserqualität ist möglicherweise durch den Eintrag von Hausmüll (u.a. Glas) belastet.

Abweichung vom strukturellen und hydrologischen Idealzustand des Typs 2.1: hoch

Probenahme: Eine Probenahme nach WRRL war bei beiden Begehungsterminen problemlos möglich, wobei im Herbst 2018 aufgrund des Niedrigwasserabflusses während der Bachauskehr auch die Bachmitte bearbeitet werden konnte. Im Frühjahr 2019 war das fast reißend fließende Gewässer auch im Uferbereich über 1 m tief, konnte aber aufgrund der Uferbefestigung, an der sich die Bearbeiter anlehnen konnte, gut beprobt werden.

Besiedlung: Den abiotischen Bedingungen entsprechend haben sich im Stadtbach oberhalb der Wärmeeinleitung die Dominanzverhältnisse gegenüber einem idealtypischen Zustand des Gewässertyps 2.1 verschoben. Die Saprobien-Indizes (Herbst, Frühjahr) erlauben eine Einstufung in die Qualitätsklasse **Saprobie „gut".** Nach dem **German Fauna Index Typ 2.1,** einem Metric, der die Gewässerstrukturgüte und die Nutzungsintensität im Einzugsgebiet, widerspiegelt, war die Besiedlung im September 2018 als „unbefriedigend", im April 2019 als „mäßig" einzustufen. Auch der **Rheoindex** (Individuenzahlen) ist mit 0,62 (Herbst) bzw. 0,46 (Frühjahr) „unbefriedigend" bzw. „schlecht" und zeigt damit Veränderungen des Strömungsmusters durch Begradigung, Kanalisierung und Ausbau an. Die Zahl der **EPT-Taxa (HK**) sind jedoch mit 56,72 % im Herbst als „sehr gut", im Frühjahr mit 48,68 % als „gut" einzustufen. Die **Zahl der EPTCBO-Taxa** ist mit 21 im Herbst als „gut", im Frühjahr mit 24 Taxa als „sehr gut" einzustufen. Nach WRRL ist der Bachabschnitt bei beiden Begehungen in die Qualitätsklasse der Allgemeinen Degradation „mäßig" und damit auch in die **Ökologische Potentialklasse „mäßig"** einzustufen.

MZB-02 – Stadtbach unterhalb der Wärmeeinleitung

Flusswasserkörper: F 147, HMWB, Typ 2.1, Nutzung: Urbanisierung und Hochwasserschutz ohne Vorland

Strukturbeschreibung: Die Gewässerstrecke ist begradigt (Regelprofil), mit Technolithal/Kiesschüttungen eingefasst und verläuft kanalartig. Eine Bachdynamik ist nicht vorhanden. Im oberen Bereich sind die steilen Uferböschungen mit Gehölzen bewachsen, die zu Stoffeintrag (vor allem Laub) führen und das Gewässer teilweise beschatten. Das Wasser ist durchgehend tief (tiefer als 2 m). Die Strömungsgeschwindigkeit ist bei MNQ hoch, lenitische Bereiche und ein abwechslungsreiches Strömungsmuster fehlen. Der Gewässergrund besteht aus Kies und Sand, ist aber über weite Strecken kolmatiert und war im Frühjahr 2019 lokal mit einer 20 -30 cm dicken Schlammschicht

bedeckt. Die Wasserqualität ist durch Wärmeeinleitung und evtl. auch durch Einträge aus der angrenzenden Kleingartenanlage belastet.

Probenahme: Eine Probenahme nach WRRL war im Herbst 2018 aufgrund des Niedrigwasserabflusses während der Bachauskehr problemlos möglich. Im Frühjahr 2019 war das stark strömende Gewässer nicht durchwatbar und konnte daher nur in der Uferregion bzw. von dort aus bearbeitet werden.

Abweichung vom strukturellen und hydrologischen Idealzustand des Typs 2.1: sehr hoch

Besiedlung: Den abiotischen Bedingungen entsprechend haben sich die Dominanzverhältnisse gegenüber einem idealtypischen Zustand des Gewässertyps 2.1 stark verschoben. Auf der Basis der Saprobien-Indizes (Herbst, Frühjahr) wurde der Gewässerabschnitt in die Qualitätsklasse **Saprobie „mäßig“** eingeordnet. Nach dem **German Fauna Index Typ 2.1** ist die Besiedlung im Herbst 2018 und im Frühjahr 2019 als „unbefriedigend“ einzustufen und zeigt Strukturdefizite an. Der **Rheoindex** (Individuenzahlen) ist mit 0,19 (Herbst) und 0,24 (Frühjahr) nicht fließwassertypisch und damit als „schlecht“ einzustufen. **EPT-Taxa (HK)** erreichten im Herbst mit 12,28 % der Gesamtabundanz die Stufe 5 „schlecht“, im Frühjahr mit 15,22 % die Stufe 4 („unbefriedigend“). Die **Zahl der EPTCBO-Taxa** ist im Herbst mit 12 Taxa als „unbefriedigend“, im Frühjahr (8 Taxa) als „schlecht“ einzustufen. Sie spiegelt Defizite wie Strukturarmut, eine möglicherweise unzureichende Sauerstoffversorgung infolge der Verschlammung und eine durch Gewässerausbau vereinheitlichte Strömung wider. Nach WRRL ist der Bachabschnitt in die Qualitätsklasse der Allgemeinen Degradation „unbefriedigend“ und damit auch in die **Ökologische Potentialklasse „unbefriedigend“** einzustufen.

MZB-03 – Auslaufkanal

Flusswasserkörper: F 147, HMWB, Typ 2.1 (gem. Auskunft des LfU Bayern).

Strukturbeschreibung: Der Auslaufkanal wird gespeist vom Stadtbach und vom Proviantbach. Kurz vor dem Zusammenfluss mit dem Lech ist der Auslaufkanal linksufrig begradigt, im unteren Uferbereich mit Technolithal verbaut, im oberen Bereich stocken Gehölze, die das Gewässer teilweise beschatten und zu Stoffeintrag (Laub, Altholz) führen. Rechtsufrig befinden sich Kiesbänke, die intensiv zur Erholung genutzt werden (Camping, Hundetreffplatz). Eine Flussdynamik ist eingeschränkt möglich. Linksufrig ist das Wasser tief (tiefer als 2 m). Die Strömungsgeschwindigkeit ist bei normalem Abfluss hoch, lenitische Bereiche sind vorhanden, abwechslungsreiche Strömungsmuster fehlen weitgehend. Der Gewässergrund besteht aus beweglichem Kies in unterschiedlichen Korngrößen und Sand. Die Wasserqualität ist indirekt durch Wärmeeinleitung und evtl. auch durch Eutrophierung (Hundekot, Pinkelstelle) belastet.

Abweichung vom strukturellen und hydrologischen Idealzustand des Typs 2.1: mäßig hoch

Probenahme: Eine Probenahme nach WRRL war bei beiden Begehungsterminen problemlos möglich, wobei im Herbst 2018 aufgrund des Niedrigwasserabflusses während der Bachauskehr auch die tieferen Bereiche der Flussmitte bearbeitet werden konnte, was im Frühjahr 2019 nur sehr eingeschränkt möglich war.

Besiedlung: Obwohl an dieser Probestelle in eingeschränkter Form flussdynamische Prozesse (Überschwemmung der Kiesbänke) möglich sind, weichen die abiotischen Bedingungen auch an dieser Stelle vom idealtypischen Zustand des Gewässertyps 2.1 ab. Auf der Basis der Saprobien-Indizes (Herbst, Frühjahr) kann der Gewässerabschnitt in die Qualitätsklasse **Saprobie „gut**“ eingestuft werden. Nach dem **German Fauna Index Typ 2.1** ist die Besiedlung im Herbst 2018 als

„mäßig“, im Frühjahr 2019 als „unbefriedigend“ einzustufen. Der **Rheoindex** (Individuenzahlen) ist mit 0,37 im Herbst als „schlecht“, mit 0,42 im Frühjahr als „unbefriedigend“ einzustufen. Die Zahl der **EPT-Taxa (HK)** ist im Herbst mit 35,38 % und im Frühjahr mit 33,87 % der Gesamtabundanz „„mäßig“. Die **Zahl der EPTCBO-Taxa** ist mit 18 Taxa (Herbst) und mit 19 Taxa (Frühjahr) als „gut“ einzustufen. Nach WRRL ist der Bachabschnitt bei Einstufung als Typ 2.1 in die Qualitätsklasse der Allgemeinen Degradation „mäßig“ und damit auch in die **Ökologische Potentialklasse „mäßig“** einzustufen.

MZB-04 – Lech (Referenzstrecke)

Flusswasserkörper: F 126, HMWB, Typ 4, Nutzung: Wasserkraft

Strukturbeschreibung: Der Lech im Landschaftsgebiet Wolfzahnau kommt strukturell dem idealtypischen Zustand des Flusstyps mit geschwungenem Gewässerlauf und einem verzweigten Gerinne mit vegetationsfreien Schotterfluren relativ nahe. Der Anteil dynamischer Steine und Schotter in der Aue ist groß. Die Sohle ist durch eine mäßige bis große Breiten- und Tiefenvarianz gekennzeichnet. Die Ufer werden von einem Gewässerrandstreifen mit lebensraumtypischen Gehölzen begleitet und teilweise beschattet. Die natürliche Flussdynamik ist wenig beeinträchtigt, die Aue kann regelmäßig überflutet werden. Die Strömungsgeschwindigkeit des Lechs an Probestelle MZB-04 ist meist hoch, lenitische Bereiche und abwechslungsreiche Strömungsmuster sind vorhanden. Der Gewässergrund besteht aus beweglichem Kies in unterschiedlichen Korngrößen und Sand. Belastungen durch Wärmeeinleitungen sind nicht vorhanden. Als strukturelle bzw. hydrologische Defizite sind jedoch die Verschmälerung und Eintiefung des Gewässerbetts, Restwasserführung und die mangelnde Geschiebeführung im Oberlauf zu nennen. Hinzu kommen an der Probestelle MZB-04 Erholungsdruck (Camping, Badestelle) und Eutrophierung (Hundetreffpunkt, Kot, Urin).

Abweichung vom strukturellen und hydrologischen Idealzustand des Typs 4: vorhanden

Probenahme: Eine Probenahme nach WRRL war bei beiden Begehungsterminen problemlos möglich.

Besiedlung: Obwohl diese Probestelle trotz Restwasserführung strukturell dem Idealbild des Gewässertyps 4 relativ nahekommt, zeigt die Makrozoobenthosbesiedlung Defizite an. Auf der Basis der Saprobien-Indizes wurde der Gewässerabschnitt im Herbst in die Qualitätsklasse **Saprobie 3 „mäßig“** eingestuft, im Frühjahr 2019 war eine Einstufung in die Güteklasse **Saprobie 2 („gut“)** möglich. Nach dem **German Fauna Index Typ 4** ist die Besiedlung auf der Basis der Frühjahrs- und Herbstwerte als „unbefriedigend“ einzustufen. Der **Rheoindex** (Individuenzahlen) ist mit 0,48 im Herbst als „mäßig“, mit 0,59 im Frühjahr als „sehr gut“ einzustufen. Die Zahl der **EPT-Taxa (HK)** ist im Herbst mit 46,67 % „gut“, im Frühjahr mit 56,25 % der Gesamtabundanz „sehr gut“. Die **Zahl der EPTCBO-Taxa** ist mit 13 Taxa (Herbst) als „mäßig“, jedoch mit 22 Taxa (Frühjahr) als „sehr gut“ einzustufen. Dass die Rheoindizes sowie die Metricwerte der EPT-Taxa und der EPTCBO-Taxa im Frühjahr 2019 um eine bis zwei Wertstufen besser waren als im Herbst 2018, könnte ein Indiz dafür sein, dass der Jahrhundertsommer 2018 die Besiedlung im Lech negativ beeinflusst hat. Nach WRRL ist der Flussabschnitt MZB-04 im Herbst 2018 in die Qualitätsklasse der Allgemeinen Degradation „mäßig“ und damit auch in die **Ökologische Potentialklasse 3 „mäßig“** einzustufen. Auf der Basis der Frühjahrswerte ergibt sich eine Einstufung die Ökologische Zustandsklasse **2 „gut“.**

MZB-05 – Lech bei Gersthofen

Flusswasserkörper: F 124, HMWB, Typ 4, Nutzung: Wasserkraft

Strukturbeschreibung: Der Lech bei Gersthofen kommt strukturell dem idealtypischen Zustand des Flusstyps mit geschwungenem Gewässerlauf und verzweigten Gerinnen mit vegetationsfreien Schotterfluren nahe. Der Anteil dynamischer Steine und Schotter in der Aue ist groß. Die Sohle ist durch eine mäßige bis große Breiten- und Tiefenvarianz gekennzeichnet. Die Ufer werden neben vegetationsfreien Schotterfluren von einem Gewässerrandstreifen mit lebensraumtypischen Gehölzen begleitet und teilweise beschattet. Die natürliche Flussdynamik ist wenig beeinträchtigt, die Aue kann regelmäßig überflutet werden. Die Strömungsgeschwindigkeit des Lechs an Probestelle MZB-05 ist meist hoch, lenitische Bereiche und abwechslungsreiche Strömungsmuster sind vorhanden. Der Gewässergrund besteht aus beweglichem Kies in unterschiedlichen Korngrößen und Sand. Als strukturelle bzw. hydrologische Defizite sind jedoch Restwasserführung, die Verschmälerung und Eintiefung des Gewässerbetts und die mangelnde Geschiebeführung im Oberlauf zu nennen. Hinzu kommen an der Probestelle MZB-05 Erholungsdruck und Eutrophierung, jedoch nicht in derselben Intensität wie in Probestelle MZB-04.

Abweichung vom strukturellen und hydrologischen Idealzustand des Typs 4: vorhanden
Probenahme: Eine Probenahme nach WRRL war bei beiden Begehungsterminen problemlos möglich.

Besiedlung: Die Makrozoobenthosbesiedlung des Lechs bei Gersthofen zeigte insgesamt nur wenige Defizite an. Auf der Basis der Saprobien-Indizes (Herbst, Frühjahr) konnte der Gewässerabschnitt in die Qualitätsklasse **Saprobie „gut“** eingestuft werden. Nach dem **German Fauna Index Typ 4** ist die Besiedlung auf der Basis der Herbst- und Frühjahrswerte als „mäßig“ einzustufen. Der **Rheoindex** (Individuenzahlen) ist mit 0,77 im Herbst und 0,74 im Frühjahr als „sehr gut“ einzustufen. Die Zahl der **EPT-Taxa (HK)** ist mit 70% der Gesamtabundanz im Herbst und mit 56,34 % im Frühjahr als „sehr gut“ zu bewerten. Die **Zahl der EPTCBO-Taxa** ist mit 14 Taxa (Herbst) als „mäßig“, jedoch mit 23 Taxa (Frühjahr) als „sehr gut“ einzustufen. Dass der Metricwert der EPTCBO-Taxa im Frühjahr 2019 um zwei Wertstufen besser war als im Herbst 2018, könnte ein Indiz darauf sein, dass der Jahrhundertsommer 2018 die Besiedlung auch an dieser Probestelle des Lechs negativ beeinflusst hat. Nach WRRL ist der Flussabschnitt MZB-04 auf der Basis der Herbst- und Frühjahrswerte in die Qualitätsklasse der Allgemeinen Degradation 2 „gut“ und damit auch in die **Ökologische Potentialklasse 2 „gut“** einzustufen.

3.6 Verschiebungen im Artenspektrum

3.6.1 Zunahme von Gastropoden

In mehreren Studien zur Auswirkung von Wärmeeinleitung auf die Benthosfauna von Fließgewässern (z.B. BAUER 1981, GROSS et al. 1978, SCHRENK 2011) konnten in temperaturbeeinflussten Fließgewässern ähnliche biozönotische Verschiebungen dokumentiert werden. Auffallend waren folgende Befunde:

- Rückgang der Ephemeropterenfauna,
- fehlende oder individuenarme Plecopteren-Vorkommen,
- vermehrtes Auftreten von Schnecken (Gastropoda) und/oder Muscheln (Bivalvia).

Um zu überprüfen, ob ähnliche Entwicklungen auch unterhalb der Wärmeeinleitung im MAN-Gelände nachweisbar sind, wurden die Prozentanteile der betreffenden systematischen Gruppen gegenübergestellt (Abb. 6 und 7). Bei den Untersuchungen 2018/19 festgestellt wurden:

- **Generell sehr niedrige Anteile der Eintagsfliegen (Ephemeroptera) im F 147**
  Im Stadtbach unterhalb der Wärmeeinleitung (MZB-02) konnten im September 2018 gar keine Eintagsfliegen nachgewiesen werden, im April 2019 lag ihr Anteil bei 1,56 %. Im Stadtbach oberhalb der Wärmeeinleitung (MZB-01) erreichten Eintagsfliegen mit 5,39 % allerdings nur im September 2018 höhere Werte als unterhalb, im April 2019 lag ihr Anteil mit 0,79 % leicht niedriger als im Stadtbach unterhalb der Wärmeeinleitung (MZB-02). Da der Stadtbach kanalisiert ist wie in Probestelle MZB-01 bzw. ein Regelprofil mit Steilufer und Steinschüttungen aufweist wie in MZB-02, kann der niedrige Anteil der Ephemeropteren auch mit den in beiden Probestellen ungünstigen strukturellen Bedingungen in Zusammenhang stehen. Im Auslaufkanal (MZB-03), der strukturell einem Teilstrom des Lechs ähnelt, lagen die Anteile der Eintagsfliegen ebenfalls sehr niedrig, im September 2018 bei 0,54%, im April 2019 bei 2,20 %. Zum Vergleich: In den naturnah strukturierten Restwasserstrecken des Lechs bei Augsburg (MZB-04) und im Lech bei Gersthofen (MZB-05) traten im September 2018 Eintagsfliegen mit Anteilen von 16,24 % bzw. 28,12 % auf.

- **Sehr kleine Steinfliegenbestände (Plecoptera) in allen Probestellen des F147**
  Die Anteile der Steinfliegen im Stadtbach unterhalb der Wärmeeinleitung (MZB-02) lagen im September 2018 bei 1,05 %, im April 2019 bei 0,20 %. Ob der niedrige Anteil der Plecopteren mit der Wärmeinleitung oder mit den ungünstigen strukturellen Bedingungen in Zusammenhang steht, konnte nicht geklärt werden. Oberhalb der Wärmeeinleitung (MZB-01) konnten nur im September 2018 mit 3,15 % etwas höhere Werte als unterhalb festgestellt werden, im April 2019 konnten dort gar keine Steinfliegen nachgewiesen werden. Im Auslaufkanal (MZB-03) waren die Anteile der Steinfliegen (*Leuctra sp.*) mit 11,73 % im September 2018 deutlich höher als in den beiden Stadtbach-Probestellen, im April 2019 lagen sie jedoch nur bei 0,44 %. In den naturnah strukturierten Flussstrecken erreichten Steinfliegen mit 4,18 % bzw. 4,03 % im Lech bei Augsburg (MZB-04) sowie 0,42 % bzw. 2,57 % im Lech bei Gersthofen (MZB-05) ebenfalls nur relativ geringe Anteile an der Gesamtindividuenzahl.

- **Zunahme von Gastropoden in den wärmebeeinflussten Probestellen des F147**
  Während Gastropden im Stadtbach oberhalb der Wärmeinleitung (MZB-01) in sehr niedrigen Anteilen (0,51 % im September, 0,79 % im April) vertreten war, erreichten sie (vor allem *Bithynia tentaculata*) im Stadtbach unterhalb der Wärmeeinleitung (MZB-02) im September 23,33 %, im April 19,88 % der Gesamtindividuenzahl. Auch im wärmebeinflussten Auslaufkanal (MZB-03) war der Anteil der Gastropden zumindest im September 2018 mit 15,52 % hoch. Zum Vergleich: In den naturnah strukturierten Flussstrecken des Lechs bei Augsburg (MZB-04) traten Gastropoden im September 2018 mit Anteilen von 0,46 % auf, im April 2019 konnten keine Gastropoden nachgewiesen werden. Im Lech bei Gersthofen (MZB-05) konnten bei beiden Begehungsterminen keine Gastropoden festgestellt werden.

Ein interessanter Nebenbefund: **Wasserwanzen** (Nepomorpha, Heteroptera) - in erster Linie die Grundwanze *Aphelocheirus aestivalis*, eine Art, die sich von Kleinmuscheln ernährt – erreichten im September 2018 relativ hohe Dichten im Stadtbach unterhalb der Wärmeeinleitung (MZB-02, 5,70 %), aber auch im Auslaufkanal (MZB-03, 11,73 %). Dagegen waren Gastropoden und Nepomorphen

im Lech bei Augsburg (MZB-04) und im Lech bei Gersthofen (MZB-05) nicht bzw. in extrem niedriger Dichte vertreten. Der fehlende Nachweis von *Aphelocheirus aestivalis* im wärmebeeinflussten Stadtbach (MZB-02) im Frühjahr 2019 könnte mit dem hohen Wasserstand zum Beprobungszeitpunkt in Zusammnehang stehen, der es unmöglich machte, das Gewässer bis in die Bachmitte zu durchwaten. Da das Gewässer - wie in der WRRL für nicht durchwatbare Gewässer vorgesehen – nur vom Ufer aus mit Teleskopstange und Kescher beprobt werden konnte, wurde im Frühjahr 2019, als der Wasserstand, wie für die Jahreszeit üblich, hoch war, die meist in tieferen Bereichen am Gewässergrund lebende Art möglicherweise nicht vollständig erfasst.

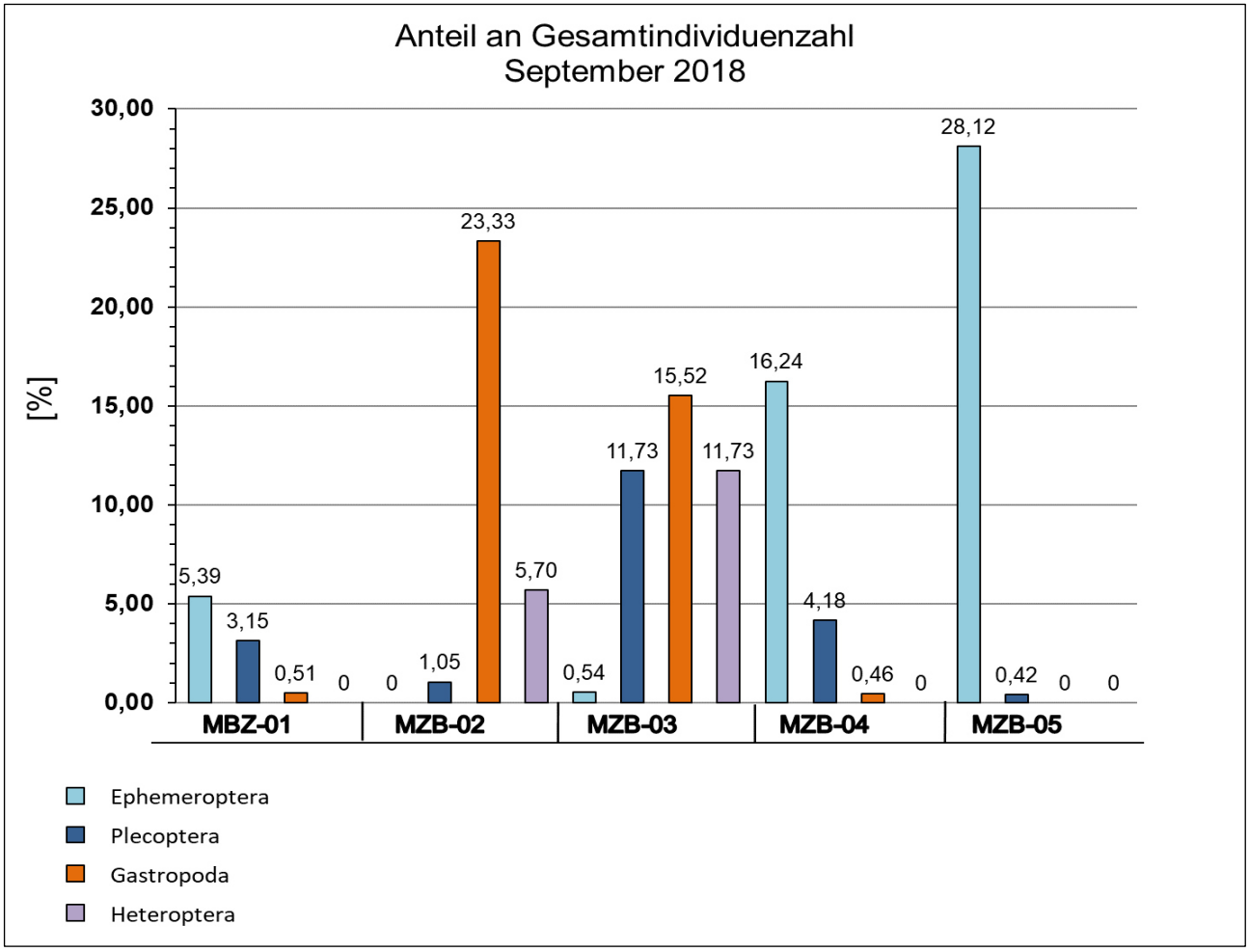


Abb. 5: Verschiebungen im Artenspektrum bei der Beprobung im Herbst 2018

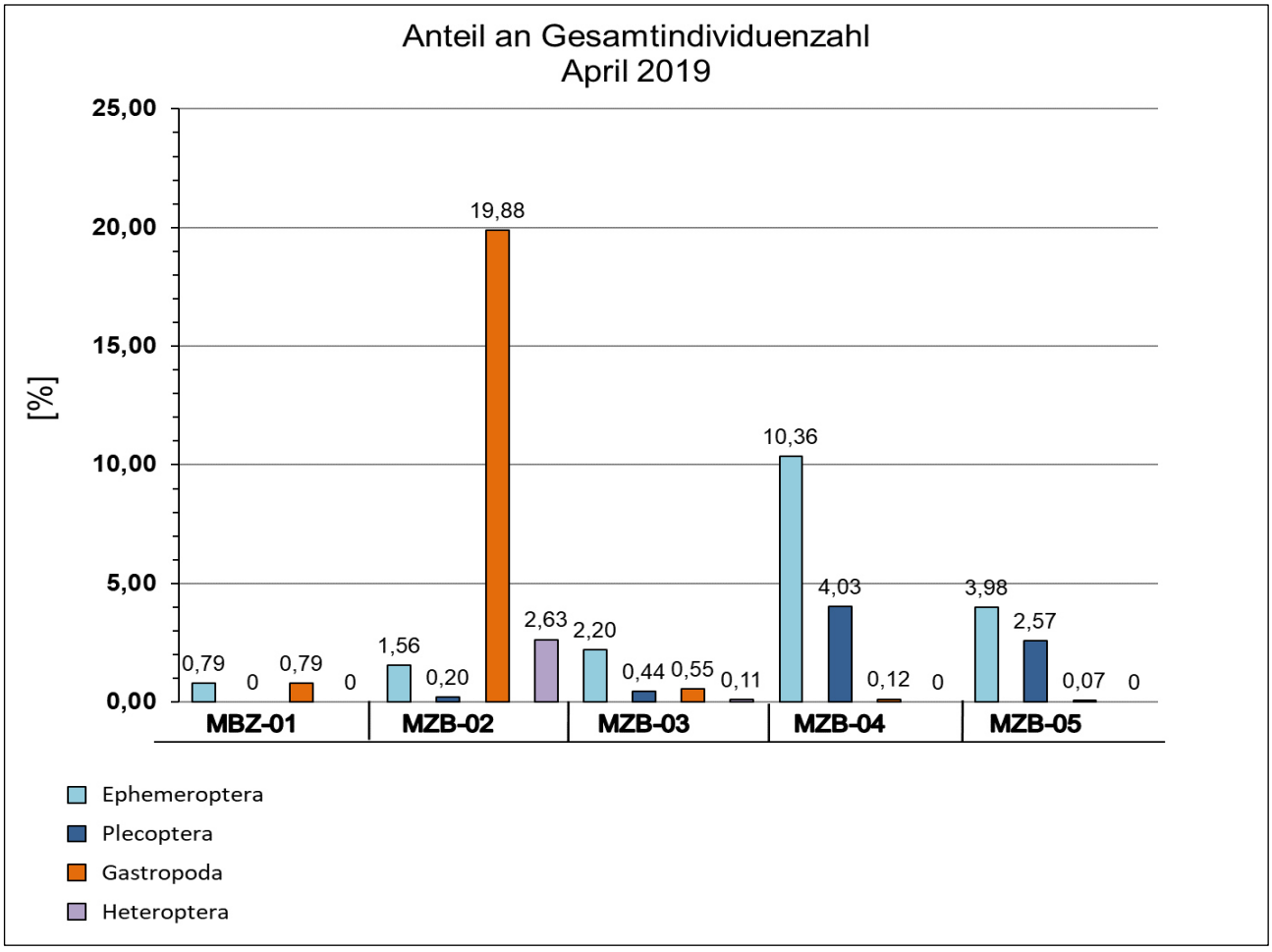


Abb. 6: Verschiebungen im Artenspektrum bei der Beprobung im Frühjahr 2019

3.6.2 Neozoen

Grundsätzlich können Wärmeeinleitungen einen - wenn auch gegenüber anderen Wirkfaktoren (z.B. sonstigen Einleitungen, Klimawandel) meist nicht abgrenzbaren - Teil dazu beitragen, dass sich in Fließgewässern eine Makrobenthosbiozönose ausbildet, in der (wärmetolerante) Neozoen dominieren.

Im Untersuchungsgebiet sind neozoische Wirbellose derzeit jedoch deutlich unterrepräsentiert. Im Lech selbst (MZB-04, MZB-05) konnten keine Neozoen nachgewiesen werden, im Stadtbach (MZB-01, MZB-02) und im Auslaufkanal (MZB-03) traten wenige Arten in niedriger Individuendichte auf. Ihr Anteil an der Gesamtindividuenzahl lag jedoch sowohl im Herbst 2018, als auch im Frühjahr 2019 unter 1 % an der Gesamtindividuenzahl (Tab. 7).

Tab. 7: Neozoen und ihre Anteile in den einzelnen Probestellen – Herbst 2018 und Frühjahr 2019

Probestelle	**MB-01 2018**	**MB-02 2018**	**MB-03 2018**	**MB-04 2018**	**MB-05 2018**
Corbicula fluminea	-	3	1	-	-
Dreissena polymorpha	2	2	-	-	-
Dugesia tigrina	5	5	1	-	-
Orconectes limosus	-	-	-	-	-
Potamopyrgus antipodarum	1	-	-	-	-
Taxazahl	**3**	**3**	**2**	-	-
Anteil an der Gesamttaxazahl [%]	8,82	12,50	6,25	-	-
Individuenzahl [Ind./m²]	**8**	**10**	**4**	-	-
Anteil an der Gesamtindividuenzahl [%]	0,81	0,88	0,36	-	-

Probestelle	**MB-01 2019**	**MB-02 2019**	**MB-03 2019**	**MB-04 2019**	**MB-05 2019**
Corbicula fluminea	-	-	-	-	-
Dreissena polymorpha	1	-	1	-	-
Dugesia tigrina	-	-	-	-	-
Orconectes limosus	1	-	-	-	-
Potamopyrgus antipodarum	2	-	1	-	-
Taxazahl	**3**	**-**	**2**	-	-
Anteil an der Gesamttaxazahl [%]	7,31	-	5,40		
Individuenzahl [Ind./m²]	**4**	**-**	**2**	-	-
Anteil an der Gesamtindividuenzahl [%]	0,40	-	0,22	-	-

3.7 Zusammenfassende Bewertung nach WRRL

Auf der Basis der 2018/2019 durchgeführten Makrozoobenthos-Untersuchungen konnte der Lech bei Gersthofen (MZB-05) in die Ökologische Potentialklasse **2 („gut“)** eingestuft werden.

Der von der Wärmeeinleitung nicht beeinflusste Lechabschnitt bei Augsburg (MZB-04) musste im Herbst 2018 in die Ökologische Potentialklasse **3 „mäßig“** eingestuft werden, im Frühjahr war eine Einstufung als **„gut“ (2)** möglich. Der 2018 schlechtere Befund dürfte in erster Linie mit den Auswirkungen des Jahrhundertsommers 2018 in Zusammenhang stehen, die die Besiedlung in dem von Restwasserführung, Erholungsdruck und Eutrophierung vorbelasteten Teilabschnitt negativ beeinflusst haben dürften.

In die Ökologische Potentialklasse **„mäßig“** wurden bei beiden Begehungsterminen der Stadtbach oberhalb der Wärmeeinleitung (MZB-01) sowie der Auslaufkanal (MZB-03) eingestuft.

Der Stadtbach unterhalb der Wärmeeinleitung (MZB-02) wurde im Herbst 2018 in die Ökologische Zustandsklasse **4 „unbefriedigend“** eingestuft, auf der Basis der Frühjahrswerte 2019 ergab sich eine Einstufung in die Ökologische Potentialklasse **5 „schlecht“**. Die um eine Wertstufe schlechtere Einstufung im Frühjahr 2019 könnte jedoch auch darauf zurückzuführen sein, dass die Beprobung dieses Teilabschnitts bei normaler Wasserführung nur eingeschränkt möglich war. Die tieferen Bereiche und die Flussmitte mussten mit Teleskopstange und Kescher vom Ufer aus bearbeitet und

konnten damit nur unzureichend beprobt werden, während im Herbst 2018 zum Zeitpunkt der Bachauskehr auch die Gewässermitte untersucht werden konnte (vgl. Anhang 8.2, Methoden).

Eine zusammenfassende Übersicht über die Ökologische Zustandsklassifizierung nach WRRL für die im Herbst 2018 und im Frühjahr 2019 bearbeiteten Probestellen gibt Tab. 8.

Tab. 8: Ökologische Zustandsklassen 2018 und 2019

Probestelle	**MZB-01**		**MZB-02**		**MZB-03**		**MZB-04**		**MZB-05**	
Gewässertyp	Typ 2.1		Typ 2.1		Typ 2.1		Typ 4		Typ 4	
Nutzung	Urbanisierung und Hochwasserschutz ohne Vorland		Urbanisierung und Hochwasserschutz ohne Vorland		Wasserkraft		Wasserkraft		Wasserkraft	
Beprobungs-zeitpunkt	**9/18**	**4/19**	**9/18**	**4/19**	**9/18**	**4/19**	**9/18**	**4/19**	**9/18**	**4/19**
Ökologische Potentialklasse	mäßig	mäßig	unbefr.	schlecht	mäßig	mäßig	mäßig	gut	gut	gut
Qualitätsklasse Modul "Saprobie"	gut	gut	mäßig	mäßig	gut	gut	mäßig	gut	gut	gut
Qualitätsklasse Modul "Allgemeine Degradation"	mäßig	mäßig	unbefr.	schlecht	mäßig	mäßig	mäßig	gut	gut	gut

Erläuterung:

Alle Ergebnisse waren gesichert. Die in der Tabelle angegebenen Zahlenwerte stammen aus den Asterics-Zusammenfassungen, auf- bzw. abgerundet auf zwei Stellen hinter dem Komma.
MZB-01 und MZB-02: HMBW („heavily modified water body"): Einstufung bei anthropogen stark veränderten Gewässern (Nutzung: Urbanisierung und Hochwasserschutz ohne Vorland), Typ 2.1
MZB-03: HMBW: (Nutzung: Wasserkraft): Typ 2.1 (Einstufung aufgrund behördlich geändertem Flusswasserkörperverlaufs)
MZB-04 und MZB-05: HMBW: (Nutzung: Wasserkraft), Typ 4

3.8 Der Einfluss der Wärmeeinleitung auf die Makrozoobenthos-Besiedlung (IST-Zustand)

Die Lebensbedingungen des Makrozoobenthos werden geprägt durch besiedlungsbestimmende Faktoren wie Substratangebot, Wassertemperatur, Abfluss, Strömung und Sauerstoffversorgung. Da Makrozoobenthos-Organismen wechselwarm sind, sind sie stark von der Wassertemperatur abhängig**.** Aus diesem Grund kann eine Erhöhung der Wassertemperatur zu Veränderungen des Dominanzspektrums zugunsten von Arten mit höherem Temperaturoptimum und geringerem Sauerstoffbedarf führen. Gleichzeitig muss grundsätzlich damit gerechnet werden, dass - abhängig vom Ausmaß der Temperaturerhöhung - kälteliebende, an hohe Sauerstoffgehalte und starke Strömung angepasste Fließwasserarten Bestandseinbußen erleiden können.

Vergleicht man die Biozönosen des **Stadtbachs** oberhalb (MZB-01) und unterhalb der Wärmeeinleitung (MZB-02) sind deutliche Unterschiede in der Besiedlung festzustellen:

- Nach WRRL ist der Ökologische Zustand unterhalb um eine Klassenstufe schlechter als oberhalb. Unterhalb der Wärmeeinleitung (MZB-02) wurde der im Herbst 2018 gut beprobare Gewässerabschnitt in die Potentialklasse „unbefriedigend" eingestuft. Im Frühjahr

2019, als die Beprobung aufgrund der höheren Wasserführung schwieriger war, musste er sogar der niedrigsten Potentialklasse 5 („schlecht“) zugeordnet werden.

- Die Taxazahlen sind mit 34 im Herbst und 41 im Frühjahr oberhalb (MZB-01) höher als unterhalb (MZB-02, 24 bzw. 22 Taxa).
- Die Dominanzspektren der beiden Probestellen sind sehr unterschiedlich. Während oberhalb *Gammarus roeselii* dominiert, ist unterhalb (neben *Gammarus roeselii) Bythinia tentaculata* vorherrschend.
- Der auffallend hohe Prozentanteil von Gastropoden (23,33 %), die oberhalb nur in extrem niedriger Dichte auftraten (0,5 %), könnten als Indiz für den Einfluss der Wärmeeinleitung eingestuft werden.
- Arten der Forellenregion, die das Epi- und Metarhitral mit Sommerwassertemperaturen um 10° C besiedeln, erreichten unterhalb der Wärmeeinleitung (MZB-02) mit Werten von 14,74 % bzw. 14,3 % etwas niedrigere Anteile als oberhalb (MZB-01, 19,08 % bzw. 21,28 %).

Für die Unterschiede der Artenzusammensetzung sowie der Zustandsverschlechterung bei MZB-02, verglichen mit der Kontrollstelle MZB-01 sowie zwischen den beiden Untersuchungskampagnen kommen mehrere potenzielle Einflussfaktoren in Frage:

- Morphologische Abweichungen vom Referenzzustand: der morphologische Zustand der Gewässersohle an Probestelle MZB-02 weicht deutlich vom Referenzzustand eines Typ 2.1-Gewässers ab. Die Gewässerstrecke ist geradlinig, kanalartig und zeigt keine Eigendynamik. Der bei den Beprobungen vorgefundene Kiesgrund der Gewässersohle war kolmatiert bis verbacken und insbesondere im Frühjahr 2019 mit einer 20-30 cm dicken Schlammschicht bedeckt. Zwar weicht der morphologische Zustand der Kontrollstelle MZB-01 ebenfalls vom Idealzustand eines Typ 2.1 Gewässers ab, die Kiessohle war jedoch kaum kolmatiert, Schlammauflagerungen wurden im Kontrollbereich ebenfalls nicht vorgefunden. Eine nicht umlagerungsfähige Kiessohle, sowie die teilweise Bedeckung des Gewässergrunds mit Schlamm können durchaus zu Zönosenverschiebungen des Makrozoobenthos an der Probestelle MZB-02 führen.
- Potenzieller Einfluss durch Kleingartenanlage: eine weitere mögliche Einflussgröße auf die Makrozoobenthoszönose an der Probestelle MZB-02 kann die im Einzugsgebiete befindliche Kleingartenanlage sein. Ein Eintrag von Nährstoffen bzw. organischen Verunreinigungen durch die Kleingartenanlage ist durchaus möglich und würde unter anderem die oben genannte Schlammauflagerung im angesprochenen Gewässerabschnitt mit erklären. Ein weiteres Indiz für eine Belastung der Probestelle bzw. des untersuchten Stadtbach-Abschnitts mit organischem Material ist die um eine Klasse schlechtere Einstufung des Moduls „Saprobie“ im Vergleich zur Kontrollprobenstelle.
- Jährliche Bachauskehr der Augsburger Kanäle: die Stadtbäche bzw. die Augsburger Kanäle werden regelmäßig zur sogenannten „Bachauskehr“ bis auf eine geringe Restwasserführung abgelassen und gereinigt. Die Reduktion der Wasserführung wirkt sich dabei unterschiedlich auf verschiedene Gewässerabschnitte aus. Im Kontrollbereich des Stadtbachs, um MZB-01, wird der Wasserstand auch in Zeiten der Bachauskehr annähernd auf „Normalniveau“ gehalten, es kommt lediglich zu einer deutlichen Reduktion der Fließgeschwindigkeit. Der Bereich des Stadtbachs, um die Probestelle MZB-02, weist hingegen während der Bachauskehr häufig einen deutlich reduzierten Wasserstand auf. Große Teile

des Bachbettes fallen für den Zeitraum der „Auskehr“ (jeweils ca. zwei Wochen) vollständig trocken (Anlage 8.1). Während im September 2018, zum Zeitpunkt der Bachauskehr, die permanent wasserführende Gewässersohle beprobt werden konnte, war der Gewässerabschnitt im April 2019, bei normaler Wasserführung, nicht durchwatbar. Die Probenahme konnte daher im Frühjahr 2019 lediglich ufernah stattfinden, in Bachbettbereichen, die während der Bachauskehr regelmäßig trockenfallen. Das wiederkehrende Trockenfallen großer Sohlbereiche erschwert die Etablierung einer fließgewässertypischen, artenreichen MZB-Zönose und stellt den dominierenden Einflussfaktor auf die Artenzusammensetzung der benthischen Wirbellosen im Stadtbach dar.

- Potenzieller Einfluss der Wärmeeinleitung der MAN: ein weiterer möglicher Einflussfaktor auf die Lebensgemeinschaft der Wirbellosen kann die thermische Einleitung der MAN darstellen. Wie die Auswertungen jedoch zeigten kommt es unterhalb der Einleitung der MAN nicht zu einem Ausfall thermosensibler Arten/Artgruppen und somit nicht zu schädlichen Gewässerveränderungen.

Als positiv zu bewerten ist, dass trotz der hydrologischen und strukturellen Defizite unterhalb der Einleitung (MZB-02) noch einige Arten der Roten Listen auftraten wie z.B. *Pisidium amnicum* (RL Bayern 2) *Pisidium hensolwanum* (RL Bayern 3) *Pisidium casertanum* (RL Bayern Vorwarnliste) und *Aphelocheirus aestivalis* (RL Bayern Vorwarnliste). Einige dieser Arten kommen nur in sauberen Gewässern vor und sind auf feine, schlammdurchsetzte Sedimente bei guter Durchlüftung und Wasserbewegung angewiesen (vgl. Kap. 3.3.1).

Der **Auslaufkanal** (MZB-03) ist von der Wärmeeinleitung beeinflusst, die biozönotischen Auswirkungen sind jedoch kaum noch nachweisbar:

- Nach WRRL verbessert sich der Ökologische Zustand im Auslaufkanal (MZB-03) gegenüber der wärmebeeinflussten Stadtbachstrecke (MZB-02) um eine Klassenstufe und erreicht die Einstufung des Stadtbachs oberhalb (MZB-01 „mäßig“) und damit die selbe Klassenstufe wie die Kontrollprobenstelle MZB-01.
- Die Taxazahlen sind mit 32 im Herbst und 37 im Frühjahr gegenüber den Taxazahlen des wärmebeeinflussten Stadtbachs angestiegen und erreichen ungefähr die Werte des Stadtbachs oberhalb (MZB-01).
- Eintagsfliegen und Steinfliegen, von denen die meisten Arten hohe Ansprüche an die Wasserqualität stellen, konnten im Auslaufkanal mit relativ hohen Prozentanteilen an der Gesamtabundanz nachgewiesen werden (vgl. Abb. 5).
- Es treten aber – im Unterschied zum Stadtbach oberhalb der Wärmeeinleitung (MZB-01) und zum Lech (MZB-04, MZB-05) – im Auslaufkanal (MZB-03) weiterhin Gastropoden in relativ hoher Dichte (max. 15,52 %) auf, wobei *Bithynia tentaculata* hier jedoch nicht mehr so hohe Individuenzahlen wie im Stadtbach unterhalb der Wärmeeinleitung (MZB-02) erreicht.
- Arten der Forellenregion, die das Epi- und Metarhitral mit Sommerwassertemperaturen um 10° C besiedeln, erreichten mit Werten von 19,47 % bzw. 19,83 % ähnliche Anteile wie im Herbst 2018 im Stadtbach oberhalb der Wärmeeinleitung (MZB-01, 19,08 %).

- Mit *Ecdyonurus aurantiacus* (RL Bayern 3) und *Onychogomphus forcipatus* (RL Bayern V) konnten auch im Auslaufkanal (MZB-03) Arten der Roten Liste Bayern nachgewiesen werden.
- Auswirkungen der Wärmeeinleitung der MAN auf die Makrozoobenthoszönose lassen sich im Auslaufkanal nicht mehr ableiten. Etwaige Auswirkungen der thermischen Einleitung wären somit auf den kurzen Stadtbachabschnitt direkt unterhalb der Einleitung der MAN beschränkt.

Im **Lech bei Gersthofen** (MZB-05) sind keine Auswirkungen der Wärmeeinleitung nachweisbar. Das Gewässer konnte 2018/19 auf der Basis der Herbst- und Frühjahrswerte in die Ökologische Potentialklasse „gut“ eingestuft werden und erreichte damit im Herbst 2018 sogar eine bessere Einstufung als der (von der Wärmeeinleitung unbeeinflusste) Lech bei Augsburg (Referenzstrecke, MZB-04), der zu diesem Zeitpunkt als „mäßig“ eingestuft wurde.

4. Prognose

Die Antragswerte des geplanten Vorhabens orientieren sich an den bisher genehmigten Einleittemperaturen und –mengen. Es werden keine gesteigerten Einleitmengen oder –temperaturen beantragt.

Der durch die bereits seit Jahrzehnten bestehenden Einleitung geprägte Ist-Zustand des Makrozoobenthos im gesamten Gewässersystem des Stadtbachs/Auslaufkanals sowie Lechs hat sich an die thermische Belastung der MAN angepasst und eingestellt. Sowohl bei den amtlichen, als auch bei den eigenen Makrozoobenthoserhebungen konnten keine nachteiligen Auswirkungen bzw. Veränderungen der Makrozoobenthos-Zönose, hervorgerufen durch die Einleitung der MAN sowohl in den Lechkanälen (F147) als auch im Lech (F124/F126), auf Flusswasserkörperniveau, nachgewiesen werden. Etwaige Auswirkungen, wie z.B. das zusätzliche Aufkommen temperaturtoleranter Gastropoden, ist auf den relativ kurzen Abschnitt des Stadtbachs unterhalb der Einleitung der MAN beschränkt. Die gesonderte Auswertung hinsichtlich temperatursensibler Ordnungen bzw. dem Anteil von Epi- und Meta-Rhitrhalarten hat ebenfalls keine nachhaltigen Verschiebungen der Individuenverteilung unterhalb der Einleitung der MAN, auf Flusswasserkörperniveau, erkennen lassen. Aufgrund der geplanten, unveränderten Weiterführung des Betriebs kann auch künftig von keiner Verschlechterung des MZB-Zustands ausgegangen werden. Selbst unter Ausnutzung der Antragswerte würden keinen kritischen Temperauren bzw. Temperaturerhöhungen erreicht, die nachhaltig zu einer Verschiebung der Artenzusammensetzung führen würde. Da das Untersuchungsjahr 2018 hinsichtlich thermischer Gegebenheiten außerdem ein Extremjahr darstellt, kann die Beibehaltung der Einleitung, auch unter Berücksichtigung der Klimaerwärmung, aus ökologischer Sicht vertreten werden.

Das geplante Vorhaben steht einer dauerhaften Ansiedlung temperatursensibler Makrozoobenthosarten in den beeinflussten Fließgewässern nicht entgegen. Etwaige Auswirkungen der MAN wären auf den kurzen Stadtbachabschnitt, direkt unterhalb der MAN beschränkt und wären im Auslaufkanal nicht mehr nachweisbar. Vielmehr scheinen die aufgezeigten morphologischen Limitierungen der Augsburger Kanäle bzw. Lechkanäle, insbesondere des Stadtbachs, die Ausbildung einer gewässertypspezifischen Makrozoobenthoszönose zu erschweren. Die Einleitung führt nicht zu einer Verschlechterung des Zustands auf Flusswasserkörperniveau und steht einer Verbesserung nicht im Wege.

Die geplante Einleitung der MAN wird nicht zu schädlichen Veränderungen der MZB-Zönose in den relevanten Gewässerabschnitten führen.

5. Auswirkungen der Klimaerwärmung auf Fließgewässer-Ökosysteme

In Kap. 3.9 wurde dargestellt, in welchem Umfang sich die Wärmeeinleitung in den Stadtbach auf die Makrozoobenthos-Biozönosen auswirkt (IST-Zustand). Ob die festgestellten Verschiebungen des Artenspektrums allein auf die Erhöhung der Wassertemperatur zurückzuführen sind und inwieweit andere besiedlungsbestimmende Faktoren (z.B. Kolmatierung, Verschlammung, Stoffeintrag aus der angrenzenden Kleingarteneinlage) dabei ebenfalls eine Rolle spielen, konnte nicht eindeutig geklärt werden.

Welchen Anteil der Klimawandel auf die Makrozoobenthos-Besiedlung vorbelasteter Fließgewässer hat, lässt ebenfalls sich nur schwer abschätzen. Der Befund, dass in dem von der Wärmeeinleitung unbeeinflussten Lechabschnitt (MZB-04), der durch Restwasserführung, Erholungsdruck und Eutrophierung vorbelastet ist, die ökologische Zustandsklassifizierung im Herbst 2018 um eine Stufe schlechter war als im Frühjahr 2019, legt die Vermutung nahe, dass sich die Erwärmung des Wasserkörpers im Verlauf des Jahrhundertsommers 2018 negativ auf die Besiedlung ausgewirkt haben könnte.

Der Klimawandel zeigt sich heute in einer Vielzahl an Indikatoren. Unter anderem sind auch Auswirkungen der globalen Erwärmung auf Fließgewässer nachweisbar. Man kann davon ausgehen, dass der Klimawandel in Zukunft die Fließgewässer-Ökosysteme noch stärker beeinflussen wird (MELCHER et al. 2016). In einer Studie des Vorhabens KLIWA zum Langzeitverhalten von Niedrigwasserabflüssen und Wassertemperaturen in Bayern wurde eine statistische Analyse von 50 bayerischen Temperaturmessstellen durchgeführt. Dabei konnten an etwa 75% der langjährigen Messstellen signifikante Temperaturzunahmen belegt werden. Im Mittel über alle Messstellen betrug die Zunahme seit 1980 etwa +0,5°C in 10 Jahren, mit Schwerpunkt im Mai bis August. Für Bayern liegen jedoch bislang noch keine projektionsgestützten Aussagen zur Wassertemperaturentwicklung vor (wwww.lfu.bayern.de).

Der Arbeitskreis KLIWA (2016) entwickelt derzeit ein temperaturbezogenes und auf Makrozoobenthos-Daten basierendes Indikationsverfahrens zum Nachweis von Klimawandeleinflüssen auf die Lebensgemeinschaften von Fließgewässern. Da die Entwicklung des KLIWA-INDEX-$_{MZB}$ jedoch noch nicht abgeschlossen ist, gibt es derzeit keine gewässertypspezifischen Orientierungswerte (HALLE, per Email).

Somit liegen bislang keine Ergebnisse von „Klima-Checks“ bzw. Berechnungsverfahren vor, mit deren Hilfe man klimabedingte Auswirkungen auf Fließgewässersysteme abschätzen und diese in die Prognosen von biozönotischen Veränderungen, die auf Wärmeeinleitungen zurückzuführen sind, einbeziehen könnte.

Die Klimaerwärmung wird die Temperaturbedingungen in den Fließgewässern längerfristig möglicherweise stärker verändern als die Einleitung von Kühlwasser wie im hier beantragten und diskutierten Umfang. Da das Untersuchungsjahr 2018 hinsichtlich thermischer Gegebenheiten ein Extremjahr darstellte, kann die Beibehaltung der Einleitung, auch unter Berücksichtigung der Klimaerwärmung, für die geplante Vorhabensdauer aus ökologischer Sicht vertreten werden.

6. Zusammenfassung

Die MAN Energy Solutions am Standort Augsburg die Fortführung der bestehenden Anlagenkühlung beantragt. Um abschätzen zu können, ob und in welchem Umfang die Biozönosen von Stadtbach, Auslaufkanal und Lech durch die Wärmeeinleitung beeinträchtigt werden, wurden im Zeitraum zwischen September 2018 und April 2019 Makrozoobenthosuntersuchungen nach WRRL durchgeführt und die Befunde analysiert. Dabei wurde festgestellt, dass der kanalförmig verlaufende Stadtbach unterhalb der Wärmeeinleitung (MZB-02), der strukturell und hydrologisch vom Idealbild eines „Bachs des Voralpenlandes“ deutlich abweicht und durch die Abwärme beeinflusst ist, eine gegenüber dem unbeeinflussten Teilabschnitt des Stadtbachs (MZB-01) leicht veränderte Makrozoobenthos-Besiedlung aufweist. Im Stadtbach unterhalb der Einleitung haben morphologische Beeinträchtigungen (kolmatierte Kiessohle, Schlammauflagerung und regelmäßiges Trockenfallen großer Sohlbereiche zu Zeiten der Bachauskehr) einen wesentlich dominanteren Einfluss auf die MZB-Zusammensetzung, als die Einleitung der MAN. Die möglichen Auswirkungen der Wärmeeinleitung der MAN auf den Stadtbach sind, wenn überhaupt, auf die kurze Strecke des Stadtbachs unterhalb der Wärmeinleitung (MZB-02) begrenzt.

Im Auslaufkanal (MZB-03), nach dem Zusammenfluss von Proviantbach und Stadtbach, sind keine Verschiebungen im Artenspektrum festzustellen. Der beprobte Teil des Auslaufkanals, an den rechtsufrig Kiesbänke angrenzen, ist - mit geringen Abweichungen - ähnlich besiedelt wie die als „Großer Fluss des Alpenvorlandes“ typisierte Referenzstrecke (MZB-04), die als ökologische Defizite Restwasserführung und Erholungsdruck (Badende, Hundetreffpunkt) aufweist.

Die von der Wärmeeinleitung unbeeinflusste Referenzstrecke des Lechs (MZB-04) wurde im Herbst 2018 in die Ökologische Potentialklasse 3 „mäßig“, im Frühjahr 2019 in die Potentialklasse 2 („gut“) eingestuft. Im Lech bei Gersthofen (MZB-05) sind Auswirkungen der Wärmeeinleitungen nicht nachweisbar. Das Gewässer konnte bei beiden Begehungen in die Ökologische Zustandsklasse 2 („gut“) eingestuft werden.

Zusammenfassend lässt sich feststellen, dass die Beibehaltung der bestehenden Wärmeeinleitung aus ökologischer Sicht vertreten werden kann. Mögliche, negative Auswirkungen der Wärmeeinleitung wären auf eine kurze Strecke des Stadtbachs beschränkt. Aufgrund der morphologischen Defizite des Stadtbachs unterhalb der MAN stellt der kurze Gewässerabschnitt keinen ökologisch relevanten Teil des Flusswasserkörpers dar. Im Auslaufkanal sowie im Lech selbst sind keine Beeinträchtigungen der Einleitung der MAN nachweisbar, es kommt zu keinen schädlichen Gewässerveränderungen in den betrachteten Gewässern. Die Beibehaltung der Einleitung der MAN, auch unter Berücksichtigung der Klimaerwärmung, kann für die geplante Vorhabensdauer aus ökologischer Sicht vertreten werden.

Das Vorhaben führt nicht zu einer Verschlechterung der biologischen Qualitätskomponente MZB auf Flusswasserkörperniveau und steht eine Verbesserung im Sinne § 27 WHG nicht im Wege. Die geplante Einleitung führt gem. § 12 WHG zu keiner schädlichen Gewässerveränderung hinsichtlich des Makrozoobenthos in den untersuchten Gewässern.

7. Literatur

ADAM, G. (1990): Bestimmungstabellen für die Larven der in Deutschland verbreiteten Baetidae (Ephemeroptera). Manuskript Wasserwirtschaftsamt Weiden (unveröffentlicht).

ADAM, G. (1994): Zur Bestimmung der Eintagsfliegenlarven unter besonderer Berücksichtigung der Familie Heptageniidae (Ephemeroptera). Manuscript Wasserwirtschaftsamt Weiden (unveröffentlicht).

ALF, A., STEINECK, W. (2005): Gutachten über die gewässerökologischen Verhältnisse am Neckar im Bereich der Gewässernutzung durch das Gemeinschaftskernkraftwerk Neckarwestheim (GKN) - Auswirkungen auf die Lebensgemeinschaft des Makrozoobenthon und die Gewässergüte. Triesdorf, Stuttgart.

BAUERNFEIND, E. (1994): Bestimmungsschlüssel für die österreichischen Eintagsfliegen (Insecta: Ephemeroptera), Teil 1. Wasser und Abwasser Supplementband 4/94: Wien.

BAUERNFEIND, E. (1995): Bestimmungsschlüssel für die österreichischen Eintagsfliegen (Insecta: Ephemeroptera), Teil 2. Wasser und Abwasser Supplementband 4/94: Wien.

BAUERNFEIND, E. & HUMPESCH, U. H. (2001): Die Eintagsfliegen Zentraleuropas (Insecta: Ephemeroptera): Bestimmung und Ökologie. – Verlag des Nauthistorischen Museums Wien.

BAYERISCHES LANDESAMT FÜR WASSERWIRTSCHAFT (1988): Bestimmungsschlüssel für die Saprobier-DIN-Arten (Makroorganismen). Informationsberichte Bayerisches Landesamt für Wasserwirtschaft 2/88.

BELLMANN, H. (2007): Der Kosmos Libellenführer. Franckh-Kosmos Verlags-GmbH & Co. KG, Stuttgart.

BERNETH, H. & DOROW, S. (2010): Chelicorophium sowinskyi (Crustacea, Amphipoda) ist aus der Donau in den Main vorgedrungen – Anmerkungen zur Verbreitung und Morphologie der Art. - Lauterbornia 70: 53-71, Dinkelscherben.

BRINDLE, A. (1976): The larvae and pupae of the British Cylindrotominae and Limoniidae (Diptera, Tipulidae). Transactions of the Society for British Entomology Vol. 17 Part 3.

BURMEISTER, E.G. (1987): Die Arten der Gattung Ephemera Linnaeus, 1785 in Bayern - Diagnostik und Faunistik, Nachrichtenblatt der Bayerischen Entomologen. Jhrg. 36 Nr. 3.

DETHIER, M. & HAENNI, J.P. (1986): Introduction pratique a la systematique des organismes des eaux continentales francaises. 7. Planipennes, Megalopteres et Lepidopteres a larves aquatiques. Bulletin mensuel de la Societe Limneenne de Lyon 55(6): 201-224.

DROST, M.B.P., CUPPEN, H.P.J.J., VAN NIEUKERKEN, E.J. & SCHREIJER, M. (1992): De Waterkevers van Nederland. Stichting Uitgeverij Koninklijke Nederlandse Natuurhistorische Vereiniging, No. 55: Utrecht.

EDINGTON, J.M. & HILDREW, A.G. (1995): A revised key to the Caseless Caddis Larvae of the British Isles with notes on their ecology. Freshwater Biological Association Scientific Publication No. 53.

EGGERS, O. T. & MARTENS, A. (2001): Bestimmungsschlüssel der Süßwasser-Amphipoda (Crustacea) Deutschlands. Lauterbornia 42, Dinkelscherben.

EGGERS, O. T. & MARTENS, A. (2004): Ergänzungen und Korrekturen zum Bestimmungsschlüssel der Süßwasser-Amphipoda (Crustacea) Deutschlands. Lauterbornia 50, 1-13, Dinkelscherben.

EISELER, B. (2005): Bildbestimmungsschlüssel für die Eintagsfliegenlarven der deutschen Mittelgebirge und des Tieflandes. Lauterbornia 53, Dinkelscherben.

EISELER, E. (2010): Taxonomie für die Praxis. Bestimmungshilfen – Makrozoobenthos (1). LANUV-Arbeitsblatt 14. Recklingshausen.

EISELER, B. & M. HESS (2013): Taxonomie für die Praxis. Bestimmungshilfen – Makrozoobenthos (2). LANUV-Arbeitsblatt 20. Recklingshausen.

ELLIOTT, J.M. (1977): A key to the Larvae and Adults of British Freshwater Megaloptera and Neuroptera with notes on their life cycles and ecology. Freshwater Biological Association Scientific Publication No. 35.

ELLIOTT, J.M. & MANN, K.H. (1979): A key to the freshwater Leeches with notes on their life cycles and ecology. Freshwater Biological Association Scientific Publication No. 40.

ELLIOTT, J.M., O`CONNOR, J.P. & O`CONNOR, M.A. (1979): A key to the larvae of the Sialidae (Insecta: Megaloptera) occuring in the British Isles. Freshwater Biology 9: 511-514.

ELLIOTT, J.M., HUMPESCH, U. H. & MACAN, T.T (1988): Larvae of the British Ephemeroptera: a key with ecological notes. Freshwater Biological Association Scientific Publication No. 49.

FREUDE, H., HARDE, K.W. & LOHSE, G.A. (1976): Die Käfer Mitteleuropas 3. Goecke & Evers: Krefeld.

FREUDE, H., HARDE, K.W. & LOHSE, G.A. (1976): Die Käfer Mitteleuropas 6. Goecke & Evers: Krefeld.

FREUDE, H., HARDE, K.W. & LOHSE, G.A. (1992): Die Käfer Mitteleuropas 12, 1. Supplementband. Goecke & Evers: Krefeld.

FREUDE, H., HARDE, K.W. & LOHSE, G.A. (1992): Die Käfer Mitteleuropas 12, 2. Supplementband. Goecke & Evers: Krefeld.

GLEDHILL, T., SUTCLIFFE, D.W. & WILLIAMS, W.D. (1993): British Freshwater Crustacea Malacostraca: A Key with Ecological Notes. Freshwater Biological Association Publication No. 52.

GLÖER, P. & MEIER-BROOK, C. (2003): Süsswassermollusken. Ein Bestimmungsschlüssel für die Bundesrepublik Deutschland. Deutscher Jugendbund für Naturbeobachtung: Hamburg.

GLÖER, P. (2003): Süßwassermollusken Nord und Mitteleuropas. Bestimmungsschlüssel, Lebensweise, Verbreitung. In: Die Tierwelt Deutschlands. Conchbooks, Hackenheim. ISBN 3-925919-60-0.

HAYBACH, A. (1999): Beitrag zur Larvaltaxonomie der Ecdyonurus venosus-Gruppe in Deutschland. Lauterbornia 37: 113-150, Dinkelscherben.

HEIDEMANN, H. & SEIDENBUSCH, R. (1993): Die Libellenlarven Deutschlands und Frankreichs - Handbuch für Exuviensammler. Verlag Erna Bauer: Keltern.

JOHANNSEN, O.A. (1973): Aquatic Diptera. Eggs, Larvae and Pupae of aquatic Flies. Entomological Reprint Specialists: Los Angeles.

JUNG, H.F. (1956): Beiträge zur Biologie, Morphologie und Systematik der europäischen Psychodiden (Diptera). Deutsche Entomologische Zeitschrift 3 (2-4): 97-257.

KLAUSNITZER, B. (1991): Die Larven der Käfer Mitteleuropas Bd.1: Adephaga. Goecke & Evers: Krefeld.

KLAUSNITZER, B. (1994): Die Larven der Käfer Mitteleuropas Bd.2: Myxophaga - Polyphaga, Teil 1. Goecke & Evers: Krefeld.

KLAUSNITZER, B. (1994): Die Larven der Käfer Mitteleuropas Bd.3: Polyphaga, Teil 2. Goecke & Evers: Krefeld.

KOCH, K. (1989): Die Ökologie der Käfer Mitteleuropas Bd.1. Goecke & Evers: Krefeld.

KOCH, K. (1989): Die Ökologie der Käfer Mitteleuropas Bd. 2. Goecke & Evers: Krefeld.

MALZACHER, P. (1984): Die Europäischen Arten der Gattung Caenis Stephens (Insecta: Ephemeroptera). Stuttgarter Beiträge zur Naturkunde Serie A (Biologie) Nr. 373: Staatliches Museum für Naturkunde: Stuttgart.

MALZACHER, P. (1986): Diagnostik, Verbreitung und Biologie der europäischen Caenis-Arten (Ephemeroptera: Caenidae). Stuttgarter Beiträge zur Naturkunde Serie A (Biologie) Nr. 387: Staatliches Museum für Naturkunde: Stuttgart.

MÜLLER, H.J. (1986): Bestimmung wirbelloser Tiere im Gelände. Gustav Fischer Verlag: Stuttgart.

NESEMANN, H. (1993): Bestimmungsschlüssel für mitteleuropäische Egel der Familie Erpobdellidae Blanchard 1894 (Hirudinea). Lauterbornia 13: 37-60.

PANKOW, W. (1979): Beitrag zur Kenntnis der mitteleuropäischen Arten der Gattung Elmis LATREILLE (Coleoptera, Elminthidae). Entomologische Zeitschrift, 89 (16): 182-191.

PATTEE, E. & GOURBAULT, N. (1981): Introduction pratique a systematique des organismes des eaux continentales francaises. 1. Turbellaries Tricladides Paludicoles (Planaires d' Eau Douce). Bulletin de la Societe Limneenne de Lyon 50 (9): 279-304.

PITSCH, T. (1993): Zur Larvaltaxonomie, Faunistik und Ökologie mitteleuropäischer Fließwasser-Köcherfliegen (Insecta: Trichoptera). Landschaftsentwicklung und Umweltforschung, Sonderheft S8: Berlin.

RAUSER, J. (1980): Rad Posvatky - Plecoptera, pp. 87-132. In: Rozkosny, R. (Hrsg.): Klic vodnich hnyzu. Akademie Verlag: Prag.

REYNOLDSON, T.B. (2000): A key to the British Species of Freshwater Triclads (Turbellaria, Paludicola). Freshwater Biological Association Scientific Publication No. 23.

RIVOSECCHI, L. (1984): Ditteri. Guide per il riconoscimento delle specie animali delle acque interine italiane.

SAVAGE, A.A. (1989): Adults of the British Aquatic Hemiptera Heteroptera: a key with ecological notes. Freshwater Biological Association Scientific Publication No. 50.

SCHELLENBERG, A (1942): Krebstiere oder Crustacea, IV. Flohkrebse oder Amphipoda. In: Dahl, F.: Die Tierwelt Deutschlands 40/IV. Gustav Fischer Verlag: Jena.

SCHÖNEMUND, E. (1930): Eintagsfliegen oder Ephemeroptera. In: Dahl, F.: Die Tierwelt Deutschlands 19. Teil. Gustav Fischer Verlag: Jena.

SCHWAB, H. (1995): Süßwassertiere. Ein ökologisches Bestimmungsbuch. Klett Verlag: Stuttgart.

SEDLAK, E. (1971): Bestimmungstabellen der Larven der häufigsten tschechoslowakischen Arten der Gattung Hydropsyche Pictet (Trichoptera). Acta ent. bohemoslov. 68: 185-187.

SEITZ, G. (1997): Bestimmungsschlüssel für Larven und Puppen der Simuliiden. Bestimmungsskript DGL Taxonomiekurs - Simuliiden und kleine Diptera Familien. Bad Bevensen.

STUDEMANN, D. LANDOLT, P., SARTORI, M., HEFTI, D., TOMKA, J. (1992): Insecta Helvetica 9. Ephemeroptera. Imprimerie Mauron & Tinguely & Lachat SA, Fribourg.

TEMPELMAN, D. & T. VAN HAAREN (2009): Water- en Oppervlaktewantsen van Nederland. (Jeugdbond) Utrecht.

THEOWALD, BR. (1967): Familie Tipulidae (Diptera, Nematocera), Larven und Puppen. Akademie Verlag: Berlin.

TOBIAS, W. & TOBIAS, D. (1981): Trichoptera Germanica. Bestimmungstafeln für die deutschen Köcherfliegen, Teil 1: Imagines. Courier Forschungsinstitut Senckenberg 49: Frankfurt.

WALLACE, I.D.(1981): A key to the larvae of the family Leptoceridae (Trichoptera) in Great Britain and Ireland. Freshwater Biology 11: 273-297.

WALLACE, I.D., WALLACE, B. & PHILIPSON, G.N. (1990): A key to the Case-Bearing Caddis Larvae of Britain and Ireland. Freshwater Biological Association Scientific Publication No. 51.

WARINGER, J. & GRAF, W. (1997/2000): Atlas der österreichischen Köcherfliegenlarven unter Einschluß angrenzender Gebiete. Facultas Universitätsverlag: Wien.

WENDLER, A. & NÜSS, J.H. (1994): Libellen. Bestimmung, Verbreitung, Lebensräume und Gefährdung aller Arten Nord- und Mitteleuropas sowie Frankreichs unter besonderer Berücksichtigung Deutschlands und der Schweiz. Deutscher Jugendbund für Naturbeobachtung: Hamburg.

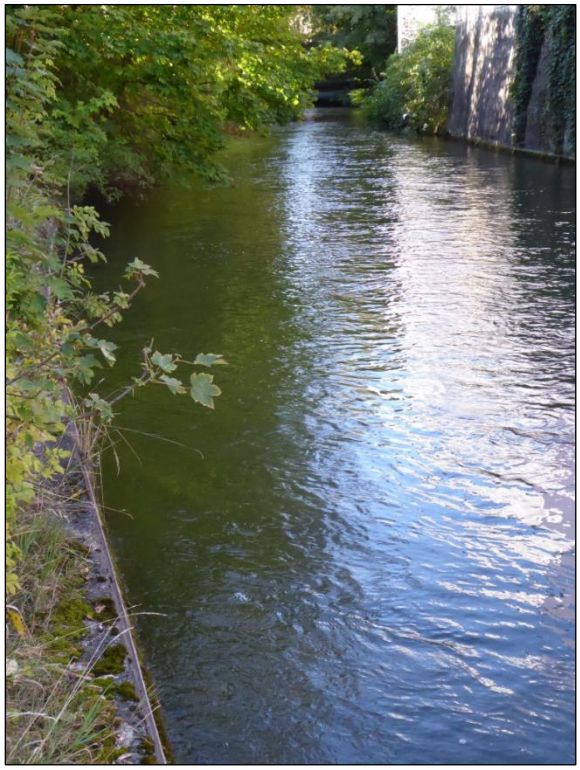
MAN Energy Solutions
Antrag Neuerteilung Nutzwassererlaubnis

Gewässerökologisches Gutachten

ANHANG 8.1

Probestellenbeschreibung der eigenen (BNGF) Makrozoobenthos-untersuchungen

Probestelle MZB 1 - Stadtbach an der Kanalstraße in Augsburg	
Kurzbeschreibung:	ca. 12 m breiter, begradigter, rasch bis reißend fließender Kanal mit Teilbeschattung
Untersuchungstermine:	25.9.2018, 17.4.2019
Ufergestaltung:	Regelprofil mit beidseitig geschlossener Uferverbauung, linksufrig hohe Mauer mit angrenzenden Gebäuden, rechtsufrig ca. 1.50 hohe Mauer und Uferböschung mit Gehölzsaum, angrenzend Gehweg, Straße
Wasserführung:	25.9.2018: niedrig, Wassertiefe ca. 74 cm. 17.4.2019: mittel bis hoch, Wassertiefe > 1 m
Wasser:	klar, Grundsicht vorhanden
Strömungsvielfalt:	keine
Lenitische Bezirke:	keine Bereiche mit nur geringer Wasserbewegung
Gewässergrund:	Kiesgrund, nicht kolmatiert
Mineral. Substrate:	am Ufer: Technolithal 2 100 %, am Gewässergrund: 25.9.2018: Makrolithal 10 %, Mesolithal 70 %, Mikrolithal 10%, Akal 10 %; 17.4. 2019: Mesolithal 80 %, Mikrolithal 10 %, Akal 10 %
Aufwuchs:	total überzogen
Steinunterseiten:	nicht schwarz
Organ. Substrate:	lokal submerse Vegetation, Wassermoose 60%
Belastungen:	Hausmüll, Bauschutt (Glascontainer am Ufer)



Probestelle MZB 2 - Stadtbach unterhalb der Einleitung der MAN

Kurzbeschreibung:	ca. 12 m breiter, begradigter, rasch fließender Bach (Fluss) mit Teilbeschattung
Untersuchungstermine:	25.9.2018, 17.4.2019
Ufergestaltung:	Regelprofil, beidseitig Uferböschung aus Kies mit Ufergehölzsaum, linksufrig angrenzend Kleingartenanlage, rechtsufrig angrenzend Gebäude
Wasserführung:	25.9.2018: niedrig, Wassertiefe ca. 50-70 cm; 17.4.2019: mittel bis hoch, Wassertiefe > 1,50 m
Wasser:	25.9.2018: klar, Grundsicht vorhanden. 17.4.2019: schwach getrübt, keine Grundsicht vorhanden
Strömungsvielfalt:	keine
Lenitische Bezirke:	< 10 % Bereiche mit nur geringer Wasserbewegung
Gewässergrund:	Kiesgrund, kolmatiert bis verbacken
Mineral. Substrate:	25.9.2018: Makrolithal 5 %, Mesolithal 45 %, Mikrolithal 40%, Akal 10 %. 17.4.2019: Makrolithal 10 %, Mesolithal 20 %, Mikrolithal 5 %, Akal 5 %, Psammal 50 %.
Aufwuchs:	deutlich (Kieselalgen)
Steinunterseiten:	nicht schwarz
Organ. Substrate:	lokal Wassermoose; im Frühjahr lokal Fadenalgen; Detritus
Belastungen:	Kühlwassereinleitung oberhalb; Hausmüll; Kleingartenanlage
Bemerkungen:	Im Frühjahr 2019 war das Gewässer nicht durchwatbar und konnte nur vom Ufer aus beprobt werden.



September 2018

Niedrigwasserabfluss, Bachräumung

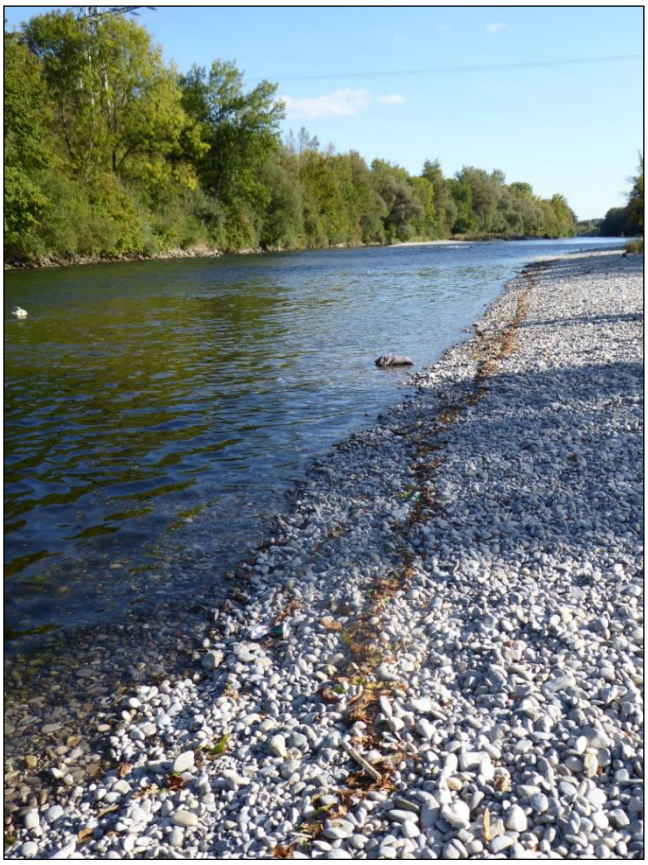


April 2019, normaler Abfluss

Probestelle MZB 3 - Auslaufkanal bei Mündung in den Lech	
Kurzbeschreibung:	ca. 20 m breiter, begradigter Kanal mit Teilbeschattung, gespeist vom Proviantbach und Stadtbach
Untersuchungstermine:	25.9.2018, 17.4.2019
Ufergestaltung:	rechtsufrig Kiesbänke, linksufrig Technolithal 1 (große Blocksteine) und Gehölze
Wasserführung:	25.9.2018: niedrig, Wassertiefe ca. 30-50 cm. 17.4.2019: Wassertiefe 30 cm - > 1m
Wasser:	klar, Grundsicht vorhanden
Strömungsvielfalt:	25.9.2018: keine, zum Untersuchungszeitpunkt (während der herbstlichen Bachauskehr des den Auslaufkanal speisenden Proviantbachs) abgelassen, daher kaum bzw. sehr langsam fließend. 17.4.2019: bei normalem Abfluss schnell fließend
Lenitische Bezirke:	25.9.2018: 25-50 % Bereiche mit nur geringer Wasserbewegung. 17.4.2019: < 10 %
Gewässergrund:	Kiesgrund, nicht kolmatiert
Mineral. Substrate:	Makrolithal 5 %, Mesolithal 60 %, Mikrolithal 20%, Akal 10 %, Psammal 5 %.
Aufwuchs:	deutlich (Kieselalgen)
Steinunterseiten:	nicht schwarz
Organ. Substrate:	lokal Wassermoose, lokal grüne Fadenalgen, Laub
Belastungen:	Kühlwassereinleitung in den Stadtbach; Erholungsnutzung



Probestelle MZB 4 - Lech (Referenzstrecke)	
Kurzbeschreibung:	ca. 25 m breiter voralpiner, sehr schnell fließender Teilfluss, von der Wärmeeinleitung nicht beeinflusst, aber Restwasserführung im Mutterbett
Untersuchungstermine:	25.9.2018, 17.4.2019
Ufergestaltung:	rechtsufrig Blocksteine (Technolithal 1) als Uferverbauung mit angrenzenden Gehölzen, linksufrig Kiesbänke
Wasserführung:	25.9.2018: niedrig, Wassertiefe ca. 50-70 cm. 17.4.2019: Wassertiefe ca. 50- > 1m.
Wasser:	klar, Grundsicht vorhanden
Strömungsvielfalt:	mäßig bis hoch
Lenitische Bezirke:	10 -25 % Bereiche mit nur geringer Wasserbewegung
Gewässergrund:	Kiesgrund, nicht kolmatiert
Mineral. Substrate:	Makrolithal 5 %, Mesolithal 70 %, Mikrolithal 15%, Akal 10 %
Aufwuchs:	total überzogen (Kieselalgen), lokal dichter Belag mit grünen Fadenalgen
Steinunterseiten:	nicht schwarz
Organ. Substrate:	lokal Fadenalgen
Belastungen:	Naherhoungsnutzung (Camping, Lagerfeuer, Badende, Hundetreffpunkt)



Probestelle MZB 5 - Lech nach Einmündung des Auslaufkanals

Kurzbeschreibung:	in einem ca. 80m breiten Kiesbett fließender, verzweigter, voralpiner Fluss; Teilflüsse überwiegend schnell bis reißend fließend, ca. 20 m breit; Restwasserführung im Mutterbett
Untersuchungstermin:	25.9.2018, 17.4.2019
Ufergestaltung:	rechtsufrig Blocksteinverbauung (Technolithal 1), linksufriug Kiesböschung mit angrenzenden Gehölzen, Auwaldreste
Wasserführung:	25.9.2018: niedrig, Wassertiefe ca. 50. 17.4.2019: Wassertiefe 50 cm bis lokal 70 cm
Wasser:	klar, Grundsicht vorhanden
Strömungsvielfalt:	mäßig; mehrere Teilströme, lokal Stillwassermulden
Lenitische Bezirke:	10 -25 % Bereiche mit nur geringer Wasserbewegung
Gewässergrund:	Kiesgrund, nicht kolmatiert
Mineral. Substrate:	Makrolithal 5 %, Mesolithal 60 %, Mikrolithal 30%, Akal 5 %
Aufwuchs:	total überzogen (Kieselalgen)
Steinunterseiten:	nicht schwarz
Organ. Substrate:	lokal Xylal (5%)
Belastungen:	Naherhoungsnutzung (Badende, Hundetreffpunkt)





MAN Energy Solutions
Antrag Neuerteilung Nutzwassererlaubnis

Gewässerökologisches Gutachten

ANHANG 8.2

Beschreibung der Methodik zur Datenerfassung und Bewertung der eigenen (BNGF) Makrozoobenthos-untersuchungen

Datenerfassung und Bewertung nach Wasserrahmenrichtlinie (WRRL)

Probenahme nach WRRL

Vor der Festlegung des Probenahmezeitpunkts wurden die zu untersuchenden Gewässer auf der Basis der Karte des Umweltbundesamts (gis.uba.de) sowie nach POTTGIESSER (2008) bzw. nach DOEBELT-GRÜNE et. al. (2013) typisiert (vgl. auch Anlage 3).

Nach WRRL (POTTGIESSER 2008) bzw. nach DOEBELT-GRÜNE et. al. (2013) sind der Lech bei Augsburg (MZB-04) und der Lech bei Gersthofen (MZB-05) als „**Großer Fluss des Alpenvorlandes“ (Typ 4)“** und als erheblich verändert (HMWB, Nutzung „Wasserkraft“) einzustufen. Der vom Wasser des Lechs gespeiste Stadtbach in Augsburg (MZB-01, MZB-02) wurde als „**Bach des Voralpenlandes (Typ 2.1)“** und ebenfalls als erheblich verändert (HMWB, Nutzung „Urbanisierung ohne Vorland“) eingestuft. Der Auslaufkanal (MZB-03) ist in der Karte des Umweltbundesamts zum Zeitpunkt des Redaktionsschlusses noch nicht als Fließwasserkörper ausgewiesen und damit augenscheinlich keinem Gewässertyp zugeordnet. Nach Auskunft des LfU Bayern wird die Einstufung sowie der Verlauf des F147 für den künftigen Bewirtschaftungszyklus geändert und der Auslaufkanal in den F147 aufgenommen. Folglich wurde die Probestelle MZB-03 für die WRRL-Auswertungen mittels Asterics dem Fließgewässer-Typ 2.1, analog zu den anderen beiden Probestellen im F147, zugeordnet. Dementsprechend wurde die Probestelle MZB-03 für die Auswertung mit dem Asterics-Programm dem Fließgewässertyp 2.1 zugeordnet und als erheblich verändert (HMBW, Nutzung Wasserkraft) eingestuft.

Als Probenahmezeitpunkt nach der WRRL ist für die Gewässertypen 2.1 und 4 eine Begehung zwischen Februar und April (Mai) empfohlen (gewaesser-bewertung.de). Das Handbuch tgewa (2012) sieht für die Gewässertypen 2.1 und 4 eine Probenahme zwischen Mitte Oktober und April (Mai) vor. Die Auswahl des Probenahmezeitpunkt orientierte an den Vorgaben zur Makrozoobenthosbeprobung im Handbuch tGewA (Fortschreibung 2012). 2018 musste die Herbstbeprobung jedoch aus terminlichen Gründen auftragsgemäß bereits im September (25.9.2018) erfolgen. Die Frühjahrsbeprobung wurde am 17.4. 2019 durchgeführt.

Der Stadtbach (MZB-01, MZB-02) und der Auslaufkanal (MZB-03) führten zum Zeitpunkt der ersten Erhebung, die während der jährlichen Bachauskehr Ende September 2018 durchgeführt wurde, deutlich weniger Wasser als sonst im Jahresverlauf üblich. Die drei Probestellen konnten bis in die Gewässermitte durchwatet und damit leichter als im Frühjahr 2019 beprobt werden.

Entsprechend den Vorgaben für das Multi-Habitat-Sampling im Handbuch tGewA (Fortschreibung 2012) wurden vor Beginn der Probeentnahme alle an der Probestelle vorkommenden Habitate vom Ufer aus kartiert. Die Anteile der kartierten und aufgeführten Substrattypen (organische und mineralische Substrate) wurden in 5 %-Stufen abgeschätzt und im Physiographiebogen festgehalten. Anschließend wurden entsprechend der geschätzten Substratanteile 20 Teilflächen im Gewässer bearbeitet, wobei jede Teilprobe einer Fläche von 25 x 25 cm entspricht.

Die Untersuchung der jeweiligen Probestelle erfolgte entgegen der Fließrichtung beginnend am untersten Ende der Messstelle. Für die Entnahme jeder Teilprobe wurde eine Fläche von 25 x 25 cm (projizierte Rahmenmaße des Keschers) bearbeitet. Der Kescher wurde senkrecht zum Gewässerboden aufgesetzt und das Substrat in Fließrichtung vor dem Kescher mit dem Fuß aufgewirbelt, so dass möglichst viele Organismen in den Kescher gespült wurden (Kicksampling).

In geringer Tiefe wurden Grobkies bzw. größere Steine oder Totholz gründlich mit der Hand oder mit einer Handbürste abgewaschen bzw. abgebürstet. Bei der Beprobung von Makrophyten wurde das darunter liegende Substrat mitberücksichtigt. Auf dieser Fläche wurde der Kescher senkrecht zur Strömung aufgestellt und die Makrophyten sowie das darunter liegende Substrat mit dem Fuß aufgewirbelt. Bei flutenden Beständen und in tiefen Bereichen wurde der Kescher über die zu beprobende Wassersäule gestülpt und mit den Makrophyten zur Gewässersohle bewegt. Der Kescher blieb immer in Strömungsrichtung hinter der zu beprobenden Fläche positioniert, so dass losgelöste Organismen mit der Strömung im Kescher aufgefangen werden konnten. Aus dem im Kescher befindlichen Pflanzenmaterial wurde eine Handvoll als Teilprobe entnommen und ausgewertet.

In Ergänzung zu den über MHS gewonnenen Daten wurde, falls erforderlich, an den Probestellen eine sogenannte 21. Probe entnommen, um eine detailliertere Erhebung aquatischer Sonderhabitate zu erhalten. Dabei wurde die Besiedlung seltener Habitate, wie beispielsweise „lebende terrestrische Pflanzen“, „Xylal[3]“ und „CPOM[4]“ erfasst. Die beprobte Gesamtfläche aller seltenen Habitate entsprach wiederum einer Teilprobe von 25 x 25 cm.

Sortierung und Häufigkeits-Schätzung im Gelände nach WRRL

Unmittelbar nach Ende einer Probenahme wurden die Häufigkeiten der vorgefundenen Tiere ermittelt (vgl. Methodisches Handbuch Fließgewässerbewertung, MEIER et al. 2008). Die Bearbeitung erfolgte nach dem Lebendsortierverfahren im Gelände, da diese Methode qualitativ bessere Ergebnisse liefern kann als eine Grobsortierung und Fixierung im Gelände mit anschließender Laborarbeit.

Taxa mit relativ geringer Häufigkeit wurden gezählt, die Häufigkeit der Taxa, die sehr individuenreich vertreten waren, wurde gemäß Handbuch tGewA (Fortschreibung 2012) geschätzt. Dementsprechend wurden bei sehr hohen Individuenzahlen drei abgestufte Schätzzahlen angegeben. Die bei der Probeentnahme gezählten oder geschätzten Individuenzahlen wurden aufaddiert und für die weitere Auswertung auf Individuenzahlen pro m² umgerechnet. Tab. 1 gibt eine Übersicht über die Abundanzskala für die Lebendsortierung im Gelände.

[3] Xylal: Holz z.B.: Baumstämme, Totholz, Äste, größere Wurzeln
[4] CPOM: „coarse particulate organic material“:Grob-partikuläres organisches Material z.B. Falllaub

Tab. 1: Abundanzskala für die Lebendsortierung im Gelände

Individuen in Gesamtprobe	Individuenzahl oder Schätzzahl	Häufigkeits-Klasse	nominal
1 2	1 2	1	Einzelfund
3–10	3 4 5 6 7 8 9 10	2	wenig
11–30	20	3	wenig bis mittel
31–100	65	4	mittel
101–300	200	5	mittel bis viel
301–1.000	650	6	viel
1.001–5.000	3.000	7	Massenvorkommen
5.001–10.000	7.500	7	Massenvorkommen
>10.000	15.000	7	Massenvorkommen

Determination im Labor und Erstellung von Befundlisten

Von allen Taxa der Probe wurde eine ausreichende Menge an Individuen zur Bestimmung im Labor entnommen und in 80 %-igem Ethanol konserviert. Das konservierte Probenmaterial wurde im Labor nach der derzeit aktuellen Bestimmungsliteratur soweit möglich bis auf Artniveau bestimmt. Nach Beendigung der Bestimmungsarbeit pro Probenahme liegen zwei Listen mit Bestimmungsergebnissen vor:

- Der Protokollbogen Freilandsortierung mit den im Gelände identifizierten Taxa und den zugehörigen gezählten bzw. geschätzten Individuenzahlen und die Bestimmungsergebnisse der im Labor bestimmten Taxa.
- Die Häufigkeiten der im Gelände nicht identifizierten Taxa (z.B. Gattungen, Familien) mit den zugehörigen gezählten bzw. geschätzten Individuenzahlen wurden nach der Nachbestimmung für jedes Taxon im Labor mit Hilfe folgender Formel rückgerechnet:

$$IZ_{,res} = IZ \times IZ_{,gesamt} / Anz$$

Erläuterungen:

IZ, res	resultierende Individuenzahl (z.B. einer Art) nach Verschneiden der bestimmten und gezählten Arten und der Schätzung/Zählung im Gelände
IZ, gesamt	im Gelände gezählte/geschätzte Individuenzahl (z.B. der Gattung) bezogen auf die Gesamtprobe
IZ	Individuenzahl der im Labor bestimmten Art
Anz	Anzahl der aus dem Gelände mitgenommenen Individuen (z.B. der Gattung)

Die für jedes (im Labor determinierte) Taxon errechnete Gesamtindividuenzahl und die (gezählten bzw. geschätzten) Individuenzahlen der bereits im Gelände bestimmten Taxa werden in eine Excel-Datei, die **Befundliste**, übertragen. Da es sich bei der Angabe der Individuenzahlen um Schätzungen handelt, ist eine Umrechnung von 1,25 m^2 auf 1 m^2 nicht erforderlich (HANDBUCH tGewA (Fortschreibung 2012). Die Taxa der Befundliste werden mit ID-Nummern (ID_ART) aus der Datei „asterics_taxa_key-values“ versehen und anschließend in das ASTERICS-Programm importiert (vgl. Kap. 0).

Auswertung der Ergebnisse nach WRRL

Allgemeine Grundlagen der ökologischen Gewässerbewertung anhand des Makrozoobenthos nach EU-Wasserrahmenrichtlinie (WRRL), Bewertungssoftware Asterics

Grundlage für die ökologische Bewertung anhand der Makrozoobenthos-Besiedlung (Ist-Zustand) nach WRRL ist die Einstufung der untersuchten Gewässerabschnitte auf der Basis der Fließgewässertypisierung entsprechend den Anforderungen der WRRL.

Für die Auswertung steht eine Software zur Verfügung:

ASTERICS (AQEM/STAR Ecological River Classification System) ist eine Software zur Berechnung der ökologischen Qualität von Fließgewässern nach den Vorgaben der Wasserrahmenrichtlinie (WRRL) anhand von Makroinvertebraten. Ein Programmteil der Software ist das deutsche Bewertungssystem **PERLODES,** das die Makrozoobenthos-Taxa gemäß ihrer Lebensraumansprüche typisiert und analysiert und den Einfluss verschiedener Stressoren auf die ökologische Qualität berechnet (Abb. 1).

Das Programm ist in **drei Modulen** aufgebaut: „Saprobie“, „Allgemeine Degradation“ und „Versauerung“ (Das Modul „Versauerung“ ist dabei nur für die Fließgewässertypen 5 und 5.1 bewertungsrelevant.)

Die abschließende Ökologische Zustandsklasse ergibt sich aus den ermittelten Qualitätsklassen der einzelnen Module: Im Fall einer „sehr guten“ oder „guten“ Qualitätsklasse des Moduls „Saprobie“ bestimmt das Modul mit der schlechtesten Einstufung das Bewertungsergebnis (Prinzip des „worst case“), da in diesen Fällen die Module „Saprobie“ und „Allgemeine Degradation“ unabhängige Bewertungsergebnisse liefern. Im Fall einer „mäßigen“, „unbefriedigenden“ oder „schlechten“ saprobiellen Qualitätsklasse kann die Saprobie allerdings das Ergebnis des Moduls „Allgemeine Degradation“ deutlich beeinflussen und zu unplausiblen Ergebnissen führen. In begründeten Fällen ist daher eine Korrektur des Moduls „Allgemeine Degradation“ aufgrund von Zusatzkriterien möglich. Die Gesamtbewertung wird daran anschließend durch das Modul mit der schlechtesten Qualitätsklasse bestimmt. Das Modul „Versauerung“ liefert von der Saprobie unabhängige Ergebnisse und geht daher immer nach dem Prinzip des „worst case“ in die Gesamtbewertung ein (Quelle: Methodisches Handbuch Fließgewässerbewertung - Stand Mai 2006)

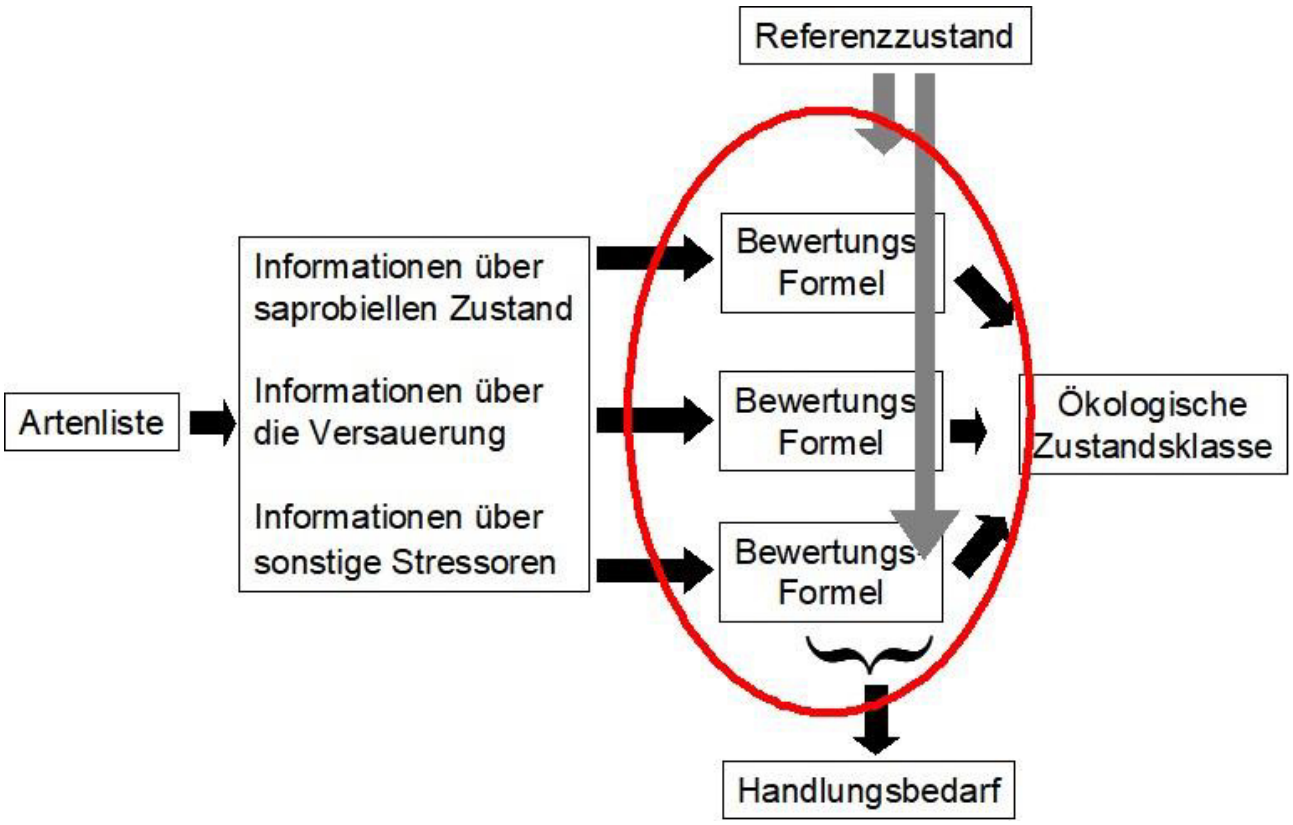


Abb. 1: Schematischer Ablauf der stressorenbezogenen Bewertung von Fließgewässern mittels Makrozoobenthos (Quelle: www.gewaesser-bewertung.de)

Der modulartige Aufbau des Bewertungssystems ermöglicht die Ausgabe von Ergebnissen auf verschiedenen Ebenen (Abb. 1):

- **Ebene 1**: Ökologische Zustandsklasse, fünfklassig
- **Ebene 2**: Ursachen der Degradation (organische Verschmutzung, Versauerung, Allgemeine Degradation)
- **Ebene 3**: Ergebnisse der einzelnen (bewertungsrelevanten) Core Metrics
- **Ebene 4**: Ergebnisse von über 200 Metrics zur weiteren Interpretation

(Alle Angaben stammen von der Internetseite www.gewaesser-bewertung.de).

Im vorliegenden Projekt wurden die Artenlisten (mit den Abundanzen als Individuen/m^2) mittels der Version 4.04 der Fließgewässersoftware ASTERICS ausgewertet (Stand Februar 2012). Die Auswertung der Daten wurde dabei **gefiltert** durchgeführt.

Ökologische Zustandsbewertung des Gewässertyps “Großer Fluss des Alpenvorlandes“ (Typ 4)

Zur Analyse der Besiedlung von „Großen Flüssen des Alpenvorlandes“ und ihrer Bewertung gemäß Wasserrahmenrichtlinie werden die Bewertungsmodule „**Saprobie**“ (Saprobienindex) und „**Allgemeine Degradation**“ angegeben, wobei die jeweils ermittelten Index-Werte direkt in eine Qualitätsklasse überführt werden.

Modul „Saprobie“ für den Gewässertyp 4

Die Abschätzung des **Saprobiezustands**, d.h. die Erfassung der Auswirkungen organischer Verschmutzung auf das Makrozoobenthos, erfolgt mit Hilfe des gewässertypspezifischen und leitbildbezogenen Saprobienindexes nach DIN 38 410 (FRIEDRICH & HERBST 2004). Das Ergebnis des Saprobienindexes wird unter Berücksichtigung typspezifischer Klassengrenzen einer Qualitätsklasse (fünfstufig von 1 = sehr gut bis 5 = schlecht) zugeordnet (MEIER et al. 2006). Die jeweils angegebene Klassengrenze (KG) ist dabei der Grenzwert zwischen zwei Zustandsklassen, z.B. bedeutet KG 1/2 die Klassengrenze zwischen sehr gutem und gutem Zustand, KG 4/5 zwischen unbefriedigendem und schlechtem Zustand. Als gesichert wird das Ergebnis angesehen, wenn die Abundanzsumme mindestens einen Wert von 20 erreicht. Je höher der Saprobien-Index ist, desto höher ist die Intensität des Abbaus organischer Substanzen und desto mehr Nahrung steht dem Makrozoobenthos zur Verfügung. Eine erhöhte Abbautätigkeit ist zwangsläufig mit einem sinkenden Gehalt an gelöstem Sauerstoff verbunden. Mit zunehmender Saprobie verschiebt sich folglich die Lebensgemeinschaft hin zu solchen Taxa, die Defizite im Sauerstoffgehalt tolerieren können. Diese Taxa gehören überwiegend den ökologischen Gilden Detritusfresser, Feinsedimentbewohner sowie Profundal- und Potamalbewohner an, der Anteil rheophiler Taxa nimmt dagegen ab. Bei Saprobienindices über 3,0 dominieren tolerante Chironomiden und Oligochaeten, bis, bei noch höheren Sauerstoffdefiziten, auch diese den Mikroorganismen weichen.

Große Flüsse des Alpenvorlandes (Typ 4) zeichnen sich durch einen vergleichsweise niedrigen saprobiellen Grundzustand aus. Grund hierfür sind im Wesentlichen die hohe Kontaktfläche zwischen Luft- und Wasserkörper („verwildertes“ Flussbett) sowie eine vergleichsweise niedrige Wassertemperatur (fließgewaesserbewertung.de).

Die Tab. 2 gibt eine Übersicht über die Grundzustände und Klassengrenzen des typspezifischen Saprobienindex (Modul Saprobie) für den Gewässertyp 4.

Tab. 2: Gewässertyp 4: Grundzustände und Klassengrenzen des typspezifischen Saprobienindex (Modul „Saprobie“).

Grundzustand	sehr gut	gut	mäßig	unbefriedigend	schlecht
1,45	≤1,60	>1,60–2,10	>2,10–2,75	>2,75–3,35	>3,35

Modul „Allgemeine Degradation“ für den Gewässertyp 4

Das Modul „Allgemeine Degradation“ spiegelt die Auswirkungen verschiedener Stressoren (z.B. Degradation der Gewässermorphologie, Nutzung im Einzugsgebiet) wider, wobei in den meisten Fällen die Beeinträchtigung der Gewässermorphologie den wichtigsten Stressor darstellt. Das Modul ist als Multimetrischer Index aus Einzelindices, so genannten „Core Metrics“, aufgebaut. Die Ergebnisse der typ(gruppen)spezifischen Einzelindices werden zu einem Multimetrischen Index verrechnet und dieser wird abschließend in eine Qualitätsklasse von „sehr gut“ bis „schlecht“ überführt.

Die Makrozoobenthoszönosen der **Großen Flüsse des Alpenvorlandes (Typ 4)** sind aufgrund der großen Habitatvielfalt, insbesondere der verschiedenen Hartsubstrate, die kleinräumig mit kiesig-sandigen Bereichen durchsetzt sind, sehr artenreich. Ephemeroptera, Plecoptera und Trichoptera stellen in naturnahen Gewässern dieses Typs bis zu 70 % der vorkommenden Individuen. Die besonderen Bedingungen hinsichtlich Abflussregime und Substrat bedingen das Vorkommen speziell angepasster, anspruchsvoller Arten (ebd.)

Für den **Gewässertyp 4** sind folgende Metrics relevant:

- **EPT [%] (HK)**: Der Metric berechnet die relative Abundanz der Ephemeroptera-, Plecoptera- und Trichoptera-Taxa auf der Grundlage von Häufigkeitsklassen. Ein hoher Anteil EPT-Taxa an der Gesamtindividuenzahl zeigt u. a. eine hohe Strukturvielfalt und eine natürliche Habitatzusammensetzung an. Niedrige Werte des Metrics (<= 48 %) deuten auf ein Artendefizit sowie gestörte Arten- und Abundanzverhältnisse. Die Höhe des Metric-Wertes wird u. a. von der Nutzungsintensität im Einzugsgebiet (Beeinträchtigungen der Wasserqualität und der Gewässermorphologie) beeinflusst.
- **Fauna-Index Typ 4**: Der Index bewertet die Auswirkungen struktureller Degradation auf Habitatebene (z. B. Vorkommen oder Fehlen bestimmter Mikrohabitate) und auf Einzugsgebietebene (z. B. verstärkte Sedimentation aus intensiv landwirtschaftlich genutzten Flächen). Höhere Werte des Metrics (> -0,30) zeigen ein strukturell intaktes Gewässer an, bedingt durch das Vorkommen solcher Taxa, die bevorzugt Gewässer mit naturnaher Morphologie besiedeln (z. B. strömungsliebende Hartsubstratbesiedler). Strukturelle Verarmung zeigt sich durch das Vorkommen von Taxa, die in Gewässern mit degradierter Morphologie verbreitet sind. Faktoren, die die Höhe des Metric-Wertes beeinflussen, sind die Gewässerstrukturgüte und die Nutzungsintensität im Einzugsgebiet.
- **Anzahl EPTCBO**: Die Gruppe der EPTCBO-Taxa (Ephemeroptera, Plecoptera, Trichoptera, Coleoptera, Bivalvia, Odonata) stellt in naturnahen „Großen Flüssen des Alpenvorlandes“ einen erheblichen Teil der vorkommenden Taxa (> 17 Taxa), darunter zahlreiche spezialisierte Arten, die kennzeichnend für die sauerstoffreichen, schnellfließenden Abschnitte oder die kiesig-sandigen Ablagerungen sind. Niedrige Werte des Metrics (z. B. durch Massenentwicklung weniger Arten) lassen u. a. auf Strukturarmut, unzureichende Sauerstoffversorgung oder eine durch Gewässerausbau vereinheitlichte Strömung schließen. Ein Parameter, der das Vorkommen von EPTCBO-Taxa beeinflusst, ist die Gewässerstrukturgüte.

- **Rheoindex (HK)**: Der Index gibt das Verhältnis der rheophilen und rheobionten Taxa eines Fließgewässers zu den Stillwasserarten und Ubiquisten an. Er spiegelt die biologisch wirksamen Strömungsverhältnisse wider: Ein Wert nahe 1 steht für eine Biozönose aus strömungsliebenden Arten, ein Wert nahe 0 für eine Gemeinschaft aus Stillwasserarten und Ubiquisten. Auf der Basis des Rheodex können Störungen aufgezeigt werden, die sich durch die Veränderung des Strömungsmusters (z. B. durch Ausbau und/oder Aufstau) in der Biozönose der Voralpenbäche einstellen. Da die meisten Fließgewässerarten auch höhere Ansprüche an die Wasserqualität und Sauerstoffversorgung stellen und in den oben angegebenen Typen meist mit gröberen Substraten assoziiert sind, wirken sich auch stoffliche Belastungen und Substratveränderungen auf den Rheoindex aus. Der Rheo-Index nimmt bei Stressoren mit potamalisierender Wirkung wie Wasserentzug, organischer Belastung oder dem Eintrag von Feinsedimenten ab. Es ist jedoch zu beachten, dass die Auswirkungen von Stressoren mit rhitralisierender Wirkung wie Kanalisierung eine Zunahme des Metrics bewirken.

Tab. 3: Bei der Bewertung verwendete Metric-Werte für Gewässertyp 4 Modul „Allgemeine Degradation“: Ankerpunkte und Metric-Werte der Core Metrics

		Anker punkte		**Metric-Werte der Klassengrenzen**			
Metric-Typ	Core-Metric-Name			KG 1/2	KG 2/3	KG 3/4	KG 4/5
Z/A	EPT (%) (HK)	70	15	59	48	37	26
T	Fauna-Index-Typ 4	0,7	-1,8	0,2	-0,3	- 0,8	-1,3
V/D	Anzahl EPTCBO	25	5	21	17	13	9
F	Rheo-Index (HK)	0,8	0,35	0,71	0,62	0,53	0,44

Nach den Vorgaben der WRRL (www.gewaesser-bewertung.de) ergibt sich die **Bewertung** der „Allgemeinen Degradation“ wie folgt:

- Berechnung der Core Metric-Ergebnisse,
- Umwandlung der einzelnen Ergebnisse in einen Wert zwischen 0 und 1 unter Zuhilfenahme folgender Formel:

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

- Die oberen und unteren Ankerpunkte eines Metrics entsprechen den Werten 1 (Referenzzustand) und 0 (schlechtester theoretisch auftretender Zustand); Metric-Ergebnisse, die über dem oberen oder unter dem unteren Ankerpunkt liegen werden gleich 1 bzw. 0 gesetzt. Die Ankerpunkte wurden für jeden Metric und jeden Gewässertyp gesondert ermittelt und stehen neben der Auswahl der Core Metrics für die typspezifische Komponente des Verfahrens.
- Der Multimetrische Index wird durch gewichtete Mittelwertbildung aus den Werten der [0;1]-Intervalle der Einzelmetrics berechnet.

- Das Ergebnis des Multimetrischen Index **(Ecological Quality Ratio (EQR))** wird für jeden Gewässertyp auf dieselbe Art in die Qualitätsklasse überführt (Tab. 4).

Tab. 4: Zuordnung der EQR-Werte im Site-Modul zu fünfstufigen ökologischen Zustandsklassen nach WRRL.

	sehr gut	gut	mäßig	unbefriedigend	schlecht
EQR Site	> 0,80–1,00	> 0,60–0,80	> 0,40–0,60	> 0,20–0,40	0–0,20

Methoden zur Ökologischen Zustandsbewertung des Gewässertyps „Bach des Voralpenlandes (Typ 2.1)“

Zur Analyse der Besiedlung von „Bächen des Voralpenlandes „(Typ 2.1) und Bewertung gemäß Wasserrahmenrichtlinie sind die Bewertungsmodule „**Saprobie**“ (Saprobienindex) und „**Allgemeine Degradation**“ relevant, wobei die jeweils ermittelten Index-Werte direkt in eine Qualitätsklasse überführt werden.

Modul „Saprobie“ für den Gewässertyp 2.1

Bäche des Voralpenlandes (Typ 2.1) zeichnen sich durch einen vergleichsweise niedrigen saprobiellen Grundzustand aus. Besiedlungsbestimmende Faktoren sind eine niedrige Wassertemperatur, eine große Sohlrauhigkeit, die für Eintrag atmosphärischen Sauerstoffs sorgt, sowie eine im naturnahen Zustand weitgehende Beschattung des Wasserkörpers.
Die Tab. 5 gibt eine Übersicht über die Grundzustände und Klassengrenzen des typspezifischen Saprobienindex (Modul Saprobie) für den Gewässertyp 2.1.

Tab. 5: Gewässertyp 2.1: Grundzustände und Klassengrenzen des typspezifischen Saprobienindex (Modul „Saprobie“).

(Sub)Typ	Grundzustand	sehr gut	gut	mäßig	unbefriedigend	schlecht
2.1	1,45	≤1,60	>1,60–2,10	>2,10–2,75	>2,75–3,35	>3,35

Modul „Allgemeine Degradation“ für den Gewässertyp 2.1

In **Bächen des Voralpenlandes (Typ 2.1)** herrschen hinsichtlich Strömung, Sauerstoff und niedrigen Wassertemperaturen anspruchsvolle Arten vor, die längszönotisch vor allem dem Epirhithral

zuzuordnen sind. Aufgrund der großen Habitatvielfalt, insbesondere der verschiedenen Hartsubstrate, die kleinräumig mit kiesig-sandigen Bereichen durchsetzt sind, ist die Makrozoobenthoszönose dieses Bachtyps sehr artenreich. Ephemeroptera, Plecoptera und Trichoptera stellen in naturnahen Gewässern dieses Typs bis zu 70 % der vorkommenden Individuen. Die besonderen Bedingungen hinsichtlich Abflussregime und Substrat bedingen das Vorkommen speziell angepasster, anspruchsvoller Arten.

Für den **Gewässertyp 2.1** sind für das Modul **„Allgemeine Degradation“** folgende Metrics relevant:

- **EPT [%] (HK)**: Der Metric berechnet die relative Abundanz der Ephemeroptera-, Plecoptera- und Trichoptera-Taxa auf der Grundlage von Häufigkeitsklassen. Ein hoher Anteil EPT-Taxa an der Gesamtindividuenzahl zeigt u. a. eine hohe Strukturvielfalt und eine natürliche Habitatzusammensetzung an. Niedrige Werte des Metrics (<= 46 %) deuten auf ein Artendefizit sowie gestörte Arten- und Abundanzverhältnisse. Die Höhe des Metric-Wertes wird u. a. von der Nutzungsintensität im Einzugsgebiet (Beeinträchtigungen der Wasserqualität und der Gewässermorphologie) beeinflusst.
- **Fauna-Index Typ 2.1**: Der Index bewertet die Auswirkungen struktureller Degradation auf Habitatebene (z. B. Vorkommen oder Fehlen bestimmter Mikrohabitate) und auf Einzugsgebietebene (z. B. verstärkte Sedimentation aus intensiv landwirtschaftlich genutzten Flächen). Höhere Werte des Metrics (> 0,38) zeigen ein strukturell intaktes Gewässer an, bedingt durch das Vorkommen solcher Taxa, die bevorzugt Gewässer mit naturnaher Morphologie besiedeln (z. B. strömungsliebende Hartsubstratbesiedler). Strukturelle Verarmung zeigt sich durch das Vorkommen von Taxa, die in Gewässern mit degradierter Morphologie verbreitet sind (z.B. *Caenis sp., Mystacides sp.*). Faktoren, die die Höhe des Metric-Wertes beeinflussen, sind die Gewässerstrukturgüte und die Nutzungsintensität im Einzugsgebiet.
- **Anzahl EPTCBO**: Die Gruppe der EPTCBO-Taxa (Ephemeroptera, Plecoptera, Trichoptera, Coleoptera, Bivalvia, Odonata) stellt in naturnahen Bächen des Alpenvorlandes einen erheblichen Teil der vorkommenden Taxa (> 19 Taxa), darunter zahlreiche spezialisierte Arten, die kennzeichnend für die sauerstoffreichen, schnellfließenden Abschnitte oder die kiesig-sandigen Ablagerungen sind. Niedrige Werte des Metrics (z. B. durch Massenentwicklung weniger Arten) lassen u. a. auf Strukturarmut, unzureichende Sauerstoffversorgung oder eine durch Gewässerausbau vereinheitlichte Strömung schließen. Ein Parameter, der das Vorkommen von EPTCBO-Taxa beeinflusst, ist die Gewässerstrukturgüte.
- **Rheoindex (HK)**: Der Index gibt das Verhältnis der rheophilen und rheobionten Taxa eines Fließgewässers zu den Stillwasserarten und Ubiquisten an. Er spiegelt die biologisch wirksamen Strömungsverhältnisse wider: Ein Wert nahe 1 steht für eine Biozönose aus strömungsliebenden Arten, ein Wert nahe 0 für eine Gemeinschaft aus Stillwasserarten und Ubiquisten. Auf der Basis des Rheoindex können Störungen aufgezeigt werden, die sich durch die Veränderung des Strömungsmusters (z. B. durch Ausbau und/oder Aufstau) in der Biozönose der Voralpenbäche einstellen. Da die meisten Fließgewässerarten auch höhere Ansprüche an die Wasserqualität und Sauerstoffversorgung stellen und in den oben angegebenen Typen meist mit gröberen Substraten assoziiert sind, wirken sich auch stoffliche Belastungen und Substratveränderungen auf den Rheoindex aus. In diesem Zusammenhang spielen Faktoren wie der Ackeranteil bzw. die Nutzungsintensität insgesamt im Einzugsgebiet eine Rolle.

In Tab. 6 gibt eine Übersicht über die Metric-Werte der Klassengrenzen für das Modul „Allgemeine Degradation“ für den Gewässertyp 2.1.

Tab. 6: Modul „Allgemeine Degradation“: Ankerpunkte und Metric-Werte der Core Metrics für den Gewässertyp 2.1

		Ankerpunkte		**Metric-Werte der Klassengrenzen**			
Metric-Typ	Core-Metric-Name			KG 1/2	KG 2/3	KG 3/4	KG 4/5
Z/A	EPT (%) (HK)	70	10	58	46	34	22
T	Fauna-Index-Typ 2.1	1,3	-1,0	0,84	0,38	-0,08	-0,54
V/D	Anzahl EPTCBO	30	3	24,6	19,2	13,8	8,4
F	Rheo-Index (HK)	0,9	0,5	0,82	0,74	0,66	0,58

Ökologische Zustandsklassifizierung nach WRRL (basierend auf der Qualitätskomponente Makrozoobenthos)

Die Ökologische Zustandsklasse der Probestellen des **Lechs**, die dem Gewässertyp 4 zuzuordnen sind, und die des Auslaufkanals bei Einstufung als Typ 4, ergeben sich aus den Qualitätsklassen der beiden beschriebenen Einzelmodule („Saprobie“ und „Allgemeine Degradation“, wobei die schlechtere Einstufung das Bewertungsergebnis bestimmt (worst-case-Prinzip).

Die Ökologische Zustandsklasse des Stadtbachs bei Augsburg, der dem Gewässertyp 2.1 zuzuordnen ist, und die des Auslaufkanals bei Einstufung als Typ 2.1, ergeben sich ebenfalls aus den Qualitätsklassen der beiden beschriebenen Einzelmodule („Saprobie“, „Allgemeine Degradation“), wobei auch hier die schlechteste Einstufung das Bewertungsergebnis bestimmt (worst-case-Prinzip).

Analyse der Dominanzsprekten (Zonenpräferenz, Rheotypologie)

Mit Hilfe der ASTERICS-Software wurden die rheotypologischen Dominanzspektren für die einzelnen Probestellen ermittelt und die Anteile der auf bestimmte Flussregionen spezialisierten Taxa bestimmt. Im Autökologie-Teil des Programms ordnet:

- die Spalte „cup“ allen einstufbaren Taxa eine **Strömungspräferenz** zu. Unterschieden werden dabei Limnobionte (eng an Stillgewässer gebundene), Limnophile (Stillwasserarten), Limno-rheophile (Arten, die Stillgewässer etwas bevorzugen, aber auch Fließgewässer besiedeln), Rheo-limnophile (Arten, die Fließgewässer bevorzugen, aber auch in Stillgewässern leben) sowie Indifferente (Arten, die keine Strömungspräferenzen aufweisen).
- die Spalte „z--“ allen einstufbaren Taxa eine **Präferenz für bestimmte Biozönotische Regionen** zu. Unterschieden werden das Eukrenal (Quellen), Hypokrenal (Quellbäche),

Epirhitral (Obere Forellenregion), Metarhitral (Untere Forellenregion), Hyporhitral (Äschenregion), Epipotamal (Barbenregion), Metapotamal (Brassenregion), Litoral (Uferregion, Altarme, Weiher), Profundal (Tiefenzone).

- die Spalte „f--" allen einstufbaren Taxa eine **Präferenz für eine bestimmte Ernährungsweise** zu. Unterschieden werden Weidegänger und Schaber, Minierer, Holzfresser, Zerkleinerer, Sammler und Sedimentfresser, aktive Filtrierer, passive Filtrierer, Räuber und Parasiten.

Zur rheotypologischen Einstufung und zur Fließgewässerzonierung werden im Programm für jede Art jeweils 10 Punkte verteilt, denn nur wenige Arten besiedeln ausschließlich eine einzige Fließgewässerzone bzw. bedienen sich nur einer einzigen Ernährungsweise oder Futterressource. Viele Organismen kommen in mehreren Fließgewässerzonen vor, wechseln im Lauf ihrer Ontogenese die Futterquellen und wählen die Nahrung entsprechend aus.

Ist eine Art z.B. ausschließlich an die Fließgewässerzone des Epirhitrals gebunden oder ernährt sie sich z.B. ausschließlich als passiver Filtrierer, erhält sie 10 Punkte für die entsprechende Region bzw. Ernährungsweise. Kann sie auch andere Fließgewässerzonen besiedeln oder mehrere Futterquellen nutzen, werden die Punkte entsprechend aufgeteilt. Die prozentualen Anteile an der insgesamt vergebenen Punktzahl können Aufschluss über die Art der Besiedlung des untersuchten Gewässerabschnitts geben.

MAN Energy Solutions
Antrag Neuerteilung Nutzwassererlaubnis

Gewässerökologisches Gutachten

ANHANG 8.3

Gewässertypisierung

Gewässertypisierung

Nach WRRL (POTTGIESSER et al. 2008, UMWELTBUNDESAMT (HRSG.) 2014) ist der Lech als **„**Großer Fluss des Alpenvorlandes“ (Typ 4)“ einzustufen. Auf der Karte des Umweltbundesamts (gis.uba.de) ist der Lech bei Augsburg (MZB-04) Teil des **Flusswasserkörpers F 126**, der als HMWB eingestuft ist mit der Nutzung „Wasserkraft“. Der Lech bei Gersthofen (MZB-05) ist Teil des **Flusswasserkörpers F 124**, der ebenfalls als HMWB eingestuft ist mit der Nutzung „Wasserkraft“.

Der Auslaufkanal (MZB-03) ist in der Karte des Umweltbundesamts zum Zeitpunkt des Redaktionsschlusses noch nicht als Fließwasserkörper ausgewiesen und damit augenscheinlich keinem Gewässertyp zugeordnet. Nach Auskunft des LfU Bayern wird die Einstufung sowie der Verlauf des F147 für den künftigen Bewirtschaftungszyklus geändert und der Auslaufkanal in den F147 aufgenommen. Dementsprechend wurde die Probestelle MZB-03 für die Auswertung mit dem Asterics-Programm dem Fließgewässertyp 2.1 zugeordnet und als erheblich verändert (HMBW, Nutzung Wasserkraft) eingestuft.

Der Stadtbach ist nach WRRL (POTTGIESSER et al. 2008, UMWELTBUNDESAMT (HRSG.) 2014)) als „Bach des Voralpenlandes (Typ 2.1)“ einzustufen. Beide Probestellen (MZB-01, MZB-02) sind Teil des **Flusswasserkörpers F 147**, der auf der Karte des Umweltbundesamts als HMWB eingestuft ist mit der Nutzung „Urbanisierung und Hochwasserschutz ohne Vorland“.

Charakterisierung eines Flusses des Voralpenlandes (Typ 4)

Strukturell ist ein „Großer Fluss des Alpenvorlandes“ im naturnahen Idealzustand geprägt durch einen geschwungenen Gewässerlauf und ein verzweigtes Gerinne mit vegetationsfreien Schotterfluren. Der Anteil dynamischer Steine und Schotter ist sehr groß. Der Totholzanteil am Sohlsubstrat beträgt mindestens 2 bis 5 %. Der Hauptlauf ist überwiegend makrophytenfrei, während in Auengewässern Makrophyten in geringer bis mäßiger Deckung auftreten. Die Sohle ist durch eine mäßige bis große Breiten- und Tiefenvarianz gekennzeichnet. Die Ufer werden neben vegetationsfreien Schotterfluren von einem Gewässerrandstreifen mit lebensraumtypischen Gehölzen begleitet und teilweise beschattet (Alle Angaben aus UMWELTBUNDESAMT (HRSG.) 2014). Die natürliche Flussdynamik ist nicht beeinträchtigt, die Aue wird regelmäßig überflutet, im Auenbereich, der durch temporäre Stillgewässer, (Hochflut-)Rinnen und Altwasser geprägt ist, treten ständig Veränderungen auf (ebd.).

Gewässerbiologisch zeichnen sich „Große Flüsse des Alpenvorlandes“ (Typ 4)“ durch einen für Flüsse vergleichsweise niedrigen saprobiellen Grundzustand aus. Grund hierfür sind im Wesentlichen die hohe Kontaktfläche zwischen Luft- und Wasserkörper („verwildertes“ Flussbett) sowie eine vergleichsweise niedrige Wassertemperatur (fliessgewaesserbewertung.de). Die Makrozoobenthosbiozönosen werden geprägt durch Arten, die an eine hohe Strömung, hohe Sauerstoffgehalte und niedrige Wassertemperaturen angepasst sind. Aufgrund der großen Habitatvielfalt, insbesondere der verschiedenen Hartsubstrate, die kleinräumig mit kiesig-sandigen Bereichen durchsetzt sind, ist die Makrozoobenthoszönose der Voralpenflüsse sehr artenreich. Ephemeroptera, Plecoptera und

Trichoptera stellen in naturnahen Gewässern dieses Typs bis zu 70 % der vorkommenden Individuen. Die besonderen Bedingungen hinsichtlich Abflussregime und Substrat bedingen das Vorkommen speziell angepasster, anspruchsvoller Arten.

Typisierung eines Bachs des Voralpenlandes (Typ 2.1)

Strukturell weist ein Bach des Voralpenlandes (Typ 2.1) im naturnahen Zustand einen schwach geschwungenen bis mäandrierenden Verlauf in Kerbtälern oder in flachen Muldentälern auf. Die Sohle wird geprägt durch Kiese, Schotter, Steine und abschnittsweise Sande bzw. Auenlehme. Langsam fließende Bereiche wechseln sich mit schnell fließenden Streckenabschnitten ab. Die Beschattung durch gewässerbegleitende Gehölze und angrenzende Auwälder liegt bei > 50%. Der Totholzanteil in kleineren Bächen ist hoch, mit zunehmender Fließgewässerbreite können die geringen Deckungsgrade der Makrophyten leicht zunehmen. (Alle Angaben aus UMWELTBUNDESAMT (HRSG.) 2014).

Gewässerbiologisch zeichnen sich Bäche des Voralpenlandes (Typ 2.1) im naturnahen Zustand durch einen vergleichsweise niedrigen saprobiellen Grundzustand aus. Vorherrschend sind Makrozoobenthos-Arten, die an starke Strömung, hohe Sauerstoffkonzentratioen und niedrige Wassertemperaturen angepasst und die längszönotisch vor allem dem Epirhithral zuzuordnen sind. Aufgrund der großen Habitatvielfalt, insbesondere der verschiedenen Hartsubstrate, die kleinräumig mit kiesig-sandigen Bereichen durchsetzt sind, ist die Makrozoobenthoszönose dieses Bachtyps sehr artenreich. Ephemeroptera, Plecoptera und Trichoptera stellen in naturnahen Gewässern dieses Typs bis zu 70 % der vorkommenden Individuen. Die besonderen Bedingungen hinsichtlich Abflussregime und Substrat bedingen das Vorkommen speziell angepasster, anspruchsvoller Arten. (Angaben aus www.fliessgewaesserbewertung.de).

MAN Energy Solutions
Antrag Neuerteilung Nutzwassererlaubnis

Gewässerökologisches Gutachten

ANHANG 8.4

Gesamtartenliste der eigenen (BNGF) Makrozoobenthosuntersuchungen

Gesamtartenliste - Abundanzen (Ind./m²) des Makrozoobenthos in den nach WRRL bearbeiteten Probestellen (Herbst 2018, Frühjahr 2019, Ind./m²)

RL	Taxon	Sep 18	Apr 19	Sep 18	Apr 19	Sep 18	Apr 19	Sep 18	Apr 19	Sep 18	Apr 19
	Probestelle MZB-0	**1**	**1**	**2**	**2**	**3**	**3**	**4**	**4**	**5**	**5**
	STRUDELWÜRMER										
	Planariidae Gen. Sp.		1		3	1					
	Dugesia polychroa/lugubris	1	2	15	10	4	2	1	2	1	1
	Dugesia cf. tigrina	5		5		1					
	Polycelis nigra/tenuis	5								2	
	WEICHTIERE										
	Ancylus fluviatilis	3	3	65		65	1	2	1		
	Anisus vortex			1							
V	Bathyomphalus contortus						1				
	Bithynia tentaculata	1	3	200	200	20	2				
	Corbicula fluminea			3		1					
	Dreissena polymorpha	2	1	2			1				
2	Pisidium amnicum			4							
V	Pisidum casertanum			8			2				
3	Pisidium henslowanum			40							
	Pisidium nitidum		1	12	2						
	Pisidium sp.					5					
	Potamopyrgus antipodarum	1	2				1				
	Radix balthica				4						1
	Sphaerium corneum	1	1	21			1		1		
	Valvata cristata					1	1		1		1
	WENIGBORSTER										
	Oligochaeta			2		1					
	Eiseniella tetraedra	5	9	2		2	4		1		3
	Tubificidae Gen. sp.	1	10	20	20	20	20	20	10		10
	EGEL										
	Dina punctata		1	2	1	7	23	6	3	3	2
	Glossiphonia nebulosa						1				
	Helobdella stagnalis				1						
	HÖHERE KREBSE										
	Orconectes limosus		1								
	WASSERASSELN										
	Isopoda					1					
	Asellus aquaticus		4	2	3	2	12	12	20		2
	FLOHKREBSE										
	Gammarus sp.	1 juv.									

RL	Taxon	Sep 18	Apr 19	Sep 18	Apr 19	Sep 18	Apr 19	Sep 18	Apr 19	Sep 18	Apr 19
	Probestelle MZB-0	**1**	**1**	**2**	**2**	**3**	**3**	**4**	**4**	**5**	**5**
	Gammarus roeselii	650	650	650	650	200 juv.	650	200	650	200	200
	STEINFLIEGEN										
	Isoperla sp.						1		65		65
	Leuctra sp.					1 Ad.,W	2				4
	Leuctra sp.	31		12	2	65		18		4	
	Perlodes sp.						1		3		
	EINTAGSFLIEGEN										
	Baetis spp.	5	2		2			30	11	133	12
	Baetis fuscatus	19						6	27	67	4
	Baetis muticus	5							8		20
	Baetis rhodani	23					16		27		20
	Baetis vardarensis										8
	Baetis cf. vernus						1				
	Caenis sp.		1						5		1
3	Caenis rivulorum										7
	Centroptilum luteolum				10						
3	Ecdyonurus aurantiacus Lv					3		20	4	12	
3	Ecdyonurus cf. aurantiacus Ad									2	
	Ecdyonurus helveticus-Gruppe						2				
	Ecdyonurus sp. (Bruchstück)		1					3 juv.	54 juv.		
	Ecdyonurus cf. insignis Lv.							2			
	Ecdyonurus venosus-Gruppe							9	11		9
	Ephemera danica				2				1		
	Heptagenia sp.	1 juv.	2 juv.								1
	Heptageniidae										16 juv.
	Heptagenia sulphurea		1						20	2	
	Paraleptophlebia submarginata				2		1		6		1
	Rhitrogena sp.									33 juv.	
	Rhitrogena-semicolorata-Gruppe		1							17	8
	Siphlonurus sp.								1		
	KÖCHERFLIEGEN										
	Agapetus spp.		4								
	Agapetus cf. ochripes		5								
	Allogamus auricollis		4								
	Anabolia nervosa						2				
	Brachycentrus subnubilus	5	4	1			20 juv				
	Brachycentrus sp. Ad.										1
	Cheumatopsyche lepida	79	21			3		1		12	1

RL	Taxon	Sep 18	Apr 19	Sep 18	Apr 19	Sep 18	Apr 19	Sep 18	Apr 19	Sep 18	Apr 19
	Probestelle MZB-0	**1**	**1**	**2**	**2**	**3**	**3**	**4**	**4**	**5**	**5**
	Goeridae		1, Geh.	2, Geh.			20 Geh.				
	Hydropsyche sp.	14 juv.	11 juv.			31 juv.	1 juv.			70 juv.	1 juv.
	Hydropsyche angustipennis	6 juv.				3					
	Hydropsyche contubernalis	2		3		25		2		101	1
	Hydropsyche exocellata									14	
	Hydropsyche pellucidula-Gr.	73	89			6		3	2	16	2
	Hydropsyche siltalai	26	100						2		
	Hydroptila sp.						1		2		2
	Hydroptila sp. Pu						1				
	Lepidostoma basale		1								
	Lepidostoma hirtum		14						17		
	Linmephilidae	5 juv.		1 juv.		3 juv.				6 juv.	
	Micrasema sp. (Pu)		4								
	Oecetis notata		4								
	Polycentropus flavomaculatus	4 juv.				3	2	1	33		6
	Psychomyia pusilla						1				
	Rhyacophila dorsalis Pu. m.		1								1
	Rhyacophila dorsalis-Gr.		20			1	5		3	1	1
	Silo nigricornis				1		2				
	Silo nigricornis (Pu)						31				
	WASSERKÄFER										
	Donaciinae Ad.						1		1		
	Elmis sp. Ad. w.	1				1					
	Elmis sp. Lv.	3				1		1			
	Esolus sp. Lv.							1			
	Helodes sp.								4		
	Laccophilus hyalinus Ad.					1					
	Limnius sp. Lv.	1	6	20		2		4			
	Limnius sp.				2		2				
	Limnius perrisi Ad					1					
	Limnius volckmari Ad		1	3						1	
	Orectochilus villosus Lv.	2	3			3			3		9
	Oulimnius sp. Lv.					2					
	LIBELLEN										
V	Onychogomphus forcipatus Lv.	1		1		7	1		1		
	WASSERWANZEN										
V	Aphelocheirus aestivalis			65		65	1				
	Aquarius najas Ad.				6						
	Micronecta sp.				20						

RL	Taxon	Sep 18	Apr 19	Sep 18	Apr 19	Sep 18	Apr 19	Sep 18	Apr 19	Sep 18	Apr 19
	Probestelle MZB-0	**1**	**1**	**2**	**2**	**3**	**3**	**4**	**4**	**5**	**5**
	Sigara falleni Ad.				1						
	ZWEIFLÜGLER										
	Antocha sp. Lv.		4								
	Atherix sp.		1 juv.								
	Bezzia sp.				2						
	Ceratopogonidae Gen. sp.				2						
	Chironomidae Gen. sp.						65	65	650	200	2000
	Chironomini		10		65		3		6	2	
	Clinocerinae										1
	Prodiamesinae							1			2
	Prodiamesa olivacea				2						
	Diamesinae	1	10				2		5		80
	Limoniidae						1				
	Orthocladiinae		1		23		7	22	12	45	111
	Simulium reptans (Pu)										2
	Simulium sp. La		20				20	4	20	2	65
	Rheotanitarsus sp.	1	1								
	Tanypodinae	1							2	1	
	Tanytarsini						2		1		
	Tipulidae					1 juv.					2
	Tipula sp.					1	1	1			5
	SONSTIGE										
	Acari		2								
	Spongillidae								1		
	Zahl der Taxa	**35**		**27**		**37**		**25**		**25**	
	Abundanzsumme	**954**		**1159**		**324**		**432**		**838**	

Erläuterungen:

RL: Rote Liste Bayern (2004, 2018): 2: stark gefährdet, 3: gefährdet, V: Vorwarnliste; V(D): Vorwarnliste Rote Liste Deutschland

Probestellen:

1: Stadtbach Augsburg oberhalb der Wärmeeinleitung
2: Stadtbach Augsburg unterhalb der Wärmeeinleitung
3: Auslaufkanal Augsburg
4: Lech Augsburg
5: Lech bei Gersthofen

Sep 18: Probenahme im September 2018
Apr 19:Probenahme im April 2019

MAN Energy Solutions
Antrag Neuerteilung Nutzwassererlaubnis

Gewässerökologisches Gutachten

ANHANG 8.5

Alphabetisch geordnete Befundliste der eigenen (BNGF) Makrozoobenthosunter-suchungen

Alphabetisch geordnete Befundlisten (Herbst 2018, Frühjahr 2019, Ind./m²)

ID_ART	TAXON_NAME	01. Sep	01. Apr	02. Sep	02. Apr	03. Sep	03. Apr	04. Sep	04. Apr	05. Sep	05. Apr
4253	Agapetus ochripes	0	5	0	0	0	0	0	0	0	0
4252	Agapetus sp.	0	4	0	0	0	0	0	0	0	0
4264	Allogamus auricollis	0	4	0	0	0	0	0	0	0	0
4300	Anabolia nervosa	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0
4310	Ancylus fluviatilis	3	3	65	0	65	1	2	1	0	0
4318	Anisus vortex	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0
4330	Antocha sp.	0	4	0	0	0	0	0	0	0	0
4335	Aphelocheirus aestivalis	0	0	65	0	65	1	0	0	0	0
8184	Aquarius najas Ad.	0	0	0	6	0	0	0	0	0	0
8691	Asellus aquaticus	0	4	2	3	2	12	12	20	0	2
4363	Atherix sp.	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0
4427	Baetis vernus	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0
4397	Baetis fuscatus	19	0	0	0	0	0	6	27	67	4
4409	Baetis muticus	5	0	0	0	0	0	0	8	0	20
4415	Baetis rhodani	23	0	0	0	0	16	0	27	0	20
4419	Baetis spp.	5	2	0	2	0	0	30	11	133	12
4425	Baetis vardarensis	0	0	0	0	0	0	0	0	0	8
4433	Bathyomphalus contortus	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
4452	Bezzia sp.	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0
4462	Bithynia tentaculata	1	3	200	200	20	2	0	0	0	0
4480	Brachycentrus sp.	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
4481	Brachycentrus subnubilus	5	4	1	0	0	20	0	0	0	0
4526	Caenis rivulorum	0	0	0	0	0	0	0	0	0	7
4528	Caenis sp.	0	1	0	0	0	0	0	5	0	1
8850	Centroptilum luteolum	0	0	0	10	0	0	0	0	0	0
4585	Ceratopogonidae Gen. sp.	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0
4639	Cheumatopsyche lepida	79	21	0	0	3	0	1	0	12	1
4642	Chironomidae Gen. sp.	0	0	0	0	0	65	65	650	200	2000
4644	Chironomini	0	10	0	65	0	3	0	6	2	0
19847	Clinocerinae	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
11176	Corbicula fluminea	0	0	3	0	1	0	0	0	0	0
4950	Diamesinae	1	10	0	0	0	2	0	5	0	80
4974	Dina punctata	0	1	2	1	7	23	6	3	3	2
17731	Donaciinae Ad.	0	0	0	0	0	1	0	1	0	0
4999	Dreissena polymorpha	2	1	2	0	0	1	0	0	0	0
5022	Dugesia tigrina	5	0	5	0	1	0	0	0	0	0
9745	Dugesia polychroa/lugubris	1	2	15	0	4	2	1	2	1	1

ID_ART	TAXON_NAME	01. Sep	01. Apr	02. Sep	02. Apr	03. Sep	03. Apr	04. Sep	04. Apr	05. Sep	05. Apr
5037	Ecdyonurus aurantiacus	0	0	0	0	3	0	20	4	14	0
5046	Ecdyonurus insignis	0	0	0	0	0	0	2	0	0	0
5045	Ecdyonurus helveticus-Gr.	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0
5053	Ecdyonurus sp.	0	1	0	0	0	0	3	54	0	0
5059	Ecdyonurus venosus-Gr.	0	0	0	0	0	0	9	11	0	9
5075	Eiseniella tetraedra	5	9	2	0	2	4	0	1	0	3
12072	Elmis sp.	1	0	0	0	1	0	0	0	0	0
5095	Elmis sp. Lv.	3	0	0	0	1	0	1	0	0	0
5124	Ephemera danica	0	0	0	2	0	0	0	1	0	0
5169	Esolus sp. Lv.	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0
5292	Gammarus roeselii	650	650	650	650	200	650	200	650	200	200
5293	Gammarus sp.	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0
7725	Glossiphonia nebulosa	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0
5413	Helobdella stagnalis	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0
5456	Heptagenia sp.	1	2	0	0	0	0	0	0	0	1
5457	Heptagenia sulphurea	0	1	0	0	0	0	0	20	2	0
5458	Heptageniidae Gen. Sp.	0	0	0	0	0	0	0	0	0	16
8825	Hydrachnidia Gen. Sp.	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0
21230	Hydropsyche angustipennis	6	0	0	0	3	0	0	0	0	0
5592	Hydropsyche contubernalis	2	0	3	0	25	0	2	0	101	1
7190	Hydropsyche exocellata	0	0	0	0	0	0	0	0	14	0
13023	Hydropsyche pellucidula-Gr.	73	89	0	0	6	0	3	2	16	2
5604	Hydropsyche siltalai	26	100	0	0	0	0	0	2	0	0
5605	Hydropsyche sp.	14	11	0	0	31	1	0	0	70	1
5616	Hydroptila sp.	0	0	0	0	0	2	0	2	0	2
5673	Isoperla sp.	0	0	0	0	0	1	0	65	0	65
10540	Isopoda Gen. Sp.	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0
18356	Laccophilus hyalinus	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0
5713	Lepidostoma basale	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0
5723	Lepidostoma hirtum	0	14	0	0	0	0	0	17	0	0
5790	Leuctra sp.	31	0	12	2	65	2	18	0	4	4
12092	Limnius perrisi Ad	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0
12093	Limnius sp. Ad.	0	0	0	2	0	2	0	0	0	0
5953	Limnius sp. Lv.	1	6	20	0	2	0	4	0	0	0
12094	Limnius volckmari Ad	0	1	3	0	0	0	0	0	1	0
8483	Limoniidae	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0
5809	Linmephilidae	5	0	1	0	3	0	0	0	6	0
5986	Micrasema sp.	0	4	0	0	0	0	0	0	0	0
6002	Micronecta sp.	0	0	0	20	0	0	0	0	0	0

ID_ART	TAXON_NAME	01. Sep	01. Apr	02. Sep	02. Apr	03. Sep	03. Apr	04. Sep	04. Apr	05. Sep	05. Apr
6172	Oecetis notata	0	4	0	0	0	0	0	0	0	0
8736	Oligochaeta	0	0	2	0	1	0	0	0	0	0
19378	Onychogomphus forcipatus	1	0	1	0	7	1	0	1	0	0
6199	Orconectes limosus	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0
9122	Orectochilus villosus Lv.	2	3	0	0	3	0	0	3	0	9
6208	Orthocladiinae Gen. Sp.	0	1	0	23	0	7	22	12	45	111
6260	Oulimnius sp. Lv.	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0
6309	Paraleptophlebia submarginata	0	0	0	2	0	1	0	6	0	1
6377	Perlodes sp.	0	0	0	0	0	1	0	3	0	0
6409	Pisidium amnicum	0	0	4	0	0	0	0	0	0	0
6410	Pisidium casertanum	0	0	8	0	0	2	0	0	0	0
6418	Pisidium henslowanum	0	0	40	0	0	0	0	0	0	0
6421	Pisidium nitidum	0	1	12	2	0	0	0	0	0	0
6425	Pisidum sp.	0	0	0	0	5	0	0	0	0	0
20161	Planariidae Gen. Sp.	0	1	0	3	1	0	0	0	0	0
13666	Polycelis nigra/tenuis	5	0	0	0	0	0	0	0	2	0
6468	Polycentropus flavomaculatus	4	0	0	0	3	2	1	33	0	6
8251	Potamopyrgus antipodarum	1	2	0	0	0	1	0	0	0	0
6583	Prodiamesa olivacea	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0
10332	Prodiamesinae	0	0	0	0	0	0	1	0	0	2
6661	Psychomyia pusilla	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0
19959	Radix balthica	0	0	0	4	0	0	0	0	0	1
6717	Rheotanytarsus sp.	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0
6747	Rhithrogena sp.	0	0	0	0	0	0	0	0	33	0
6745	Rhithrogena-semicolorata-Gr.	0	1	0	0	0	0	0	0	17	8
6762	Rhyacophila dorsalis	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1
29398	Rhyacophila dorsalis ssp.	0	20	0	0	1	5	0	3	1	1
6825	Sigara falleni	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0
6833	Silo nigricornis	0	0	0	1	0	33	0	0	0	0
6852	Simulium reptans (Pu)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2
6853	Simulium sp. La	0	20	0	0	0	20	4	20	2	65
6864	Siphlonurus sp.	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0
6882	Sphaerium corneum	1	1	21	0	0	1	0	1	0	0
8846	Spongillidae	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0
6972	Tanypodinae	1	0	0	0	0	0	0	2	1	0
6977	Tanytarsini Gen. Sp.	0	0	0	0	0	2	0	1	0	0
7077	Tipula sp.	0	0	0	0	1	1	1	0	0	5
8487	Tipulidae	0	0	0	0	1	0	0	0	0	2
7117	Tubificidae Gen. sp.	1	10	20	20	20	20	20	10	0	10

ID_ART	TAXON_NAME	01. Sep	01. Apr	02. Sep	02. Apr	03. Sep	03. Apr	04. Sep	04. Apr	05. Sep	05. Apr
7142	Valvata cristata	0	0	0	0	1	1	0	1	0	1

Erläuterungen:

RL: Rote Liste Bayern (2004, 2018): 2: stark gefährdet, 3: gefährdet, V: Vorwarnliste; V(D): Vorwarnliste Rote Liste Deutschland

Probestellen:

1: Stadtbach Augsburg oberhalb der Wärmeeinleitung
2: Stadtbach Augsburg unterhalb der Wärmeeinleitung
3: Auslaufkanal Augsburg
4: Lech Augsburg
5: Lech bei Gersthofen

Sep 18: Probenahme im September 2018
Apr 19: Probenahme im April 2019