



Biologische Untersuchung der Limmat zwischen Zürichsee und Aare

Fachbericht Makroinvertebraten
Untersuchungen März 2020



HYDRA AG

Dezember 2020



KANTON AARGAU

**DEPARTMENT
BAU, VERKEHR UND UMWELT**

Abteilung für Umwelt



Kanton Zürich
Baudirektion

**Amt für Abfall, Wasser, Energie
und Luft**

Gewässerschutz

Impressum

Auftraggeber:	Abteilung für Umwelt, Departement Bau, Verkehr und Umwelt, Kanton Aargau, Entfelderstrasse 22, 5001 Aarau Baudirektion, Amt für Abfall, Energie und Luft, Kanton Zürich, Hardtturmstrasse 105, 8005 Zürich
Auftragnehmer:	HYDRA AG, Lukasstr. 29, 9008 St. Gallen
Bericht:	Dr. John Hesselschwerdt, Uta Mürle
Bearbeiter:	Feldarbeiten: Dr. John Hesselschwerdt, Boris Unger, Stefan Pfannschmidt; HYDRA AG AquaPlus AG, Gotthardstrasse 30, CH-6300 Zug (Äusserer Aspekt) MZB: Uta Mürle, Dr. John Hesselschwerdt; HYDRA AG eDNA: ID-Gene, Avenue de Sécheron 15, 1202 Geneva
Fotos auf der Titelseite: (von oben nach unten)	Überblick über Untersuchungstransect «Werdhölzli» bei Zürich Veralgter Uferbereich bei Wettingen Revitalisiertes Flachufer bei Turgi Süsswasserschwamm bei Kloster Fahr
Bildnachweis:	HYDRA (John Hesselschwerdt)

Biologische Untersuchung der Limmat zwischen Zürichsee und Aare

Fachbericht Makroinvertebraten
Untersuchungen März 2020



HYDRA AG

Dezember 2020



**DEPARTMENT
BAU, VERKEHR UND UMWELT**
Abteilung für Umwelt



Kanton Zürich
Baudirektion
**Amt für Abfall, Wasser, Energie
und Luft**
Gewässerschutz

Inhalt

Zusammenfassung	2
1 Einleitung	3
2 Untersuchungen	4
2.1 Untersuchungssperimeter.....	4
2.2 Untersuchungsstellen.....	4
2.3 Abfluss- und Temperaturverlauf.....	4
2.4 Methoden Makrozoobenthos	6
2.5 Methoden Umwelt-DNA (eDNA).....	7
3 Ergebnisse und Beurteilung.....	8
3.1 Makrozoobenthos Vorkommen und Artenzusammensetzung.....	8
3.2 Das Makrozoobenthos als Indikator des Gewässerzustands.....	10
3.4 Neozoen.....	13
3.5 Umwelt-DNA (eDNA).....	15
4 Schlussfolgerungen und Ausblick	16
5 Literatur	17
Anhang	18
Li-10 Werdhölzli	18
Li-20 Kloster Fahr	20
Li-30 Oetwil	22
Li-40 Wettingen.....	24
Li-50 Turgi.....	26
Taxaliste.....	28

Zusammenfassung

Mit der Untersuchungskampagne 2020 wurde das 2010 an zwei Transekten im Kanton Aargau gestartete Monitoring der MZB-Besiedlung der Limmat weitergeführt und um drei Transekte im Kanton Zürich erweitert. Die aktuell vorhandenen fünf Transekte stellen die Basis des weiteren Langzeitmonitorings dar.

Für die Untersuchung grosser Flüsse gibt es für die Schweiz keine standardisierte Untersuchungs- und Bewertungsmethode nach Modulstufenkonzept. Daher wurde das am Hochrhein entwickelte und an anderen grossen Flüssen bereits erfolgreich durchgeführte tauchergestützte Verfahren angewandt. Damit liegen für die untersuchten Flüsse vergleichbare Daten vor. Eine Bewertungsmethode fehlt allerdings weiterhin.

Die Untersuchungen 2020 wurden vom 16. bis zum 20. März bei einem für diese Jahreszeit typischen Abfluss durchgeführt.

Sowohl Artenzahlen als auch Besiedlungsdichten lagen in der Limmat 2020 weit unter den in anderen Mittellandflüssen beobachteten Werten. Sie lagen auch jeweils nur bei etwa einem Drittel der 2010 gefundenen Ergebnisse. Die einzige Grossgruppe, die in ihrer Abundanz nicht abgenommen hat, ist die der Crustaceen. Deren Dichten werden überwiegend von mittlerweile drei invasiven Neozoen bestimmt: Die Donauassel *Jaera sarsi* wurde 2010 für die Limmat erstmals nachgewiesen und kam nur in Wettingen vor. 2020 war die Art über den ganzen Verlauf der Limmat in geringen Dichten vertreten. Auch der Grosse Höckerflohkrebs *Dikerogammarus villosus* kam bereits 2010 vor und stand gerade am Beginn seiner Ausbreitung. 2020 neu hinzugekommen ist ein weiterer invasiver Flohkrebs: *Echinogammarus ischnus*. Zusammen mit *D. villosus* dominierte er 2020 das MZB an allen Transekten deutlich. Vermutlich ist das gemeinsame Auftreten dieser zwei Arten zumindest für einen Teil des Rückgangs der restlichen MZB-Gemeinschaft verantwortlich.

Viele ökologische Indices beruhen auf der Zuordnung einzelner MZB-Taxa zu Indikatorgruppen. Da diese für Neozoen noch weitgehend fehlen, die Neozoen an der Limmat aber die Besiedlungsdichten an allen Untersuchungstransekten bestimmten, war eine entsprechende Auswertung nur beschränkt möglich. Die bestimmten Indikatoren biozönotische Region, Ernährungstypen und Rhithron-Ernährungstypen-Index (RETI) zeigen an den weiter flussaufwärts gelegenen Stellen einen Einfluss des Seeabflusses des Zürichsees an. So kommt es zu einer moderaten Potamalisierung und einem erhöhten Vorkommen von passiven Filtrierern, die vom Plankton des Sees profitieren. Diese Effekte ziehen sich allerdings weitestgehend bis zur Einmündung in die Aare hin und werden im Flussverlauf der Limmat vermutlich durch die zahlreichen Staubereiche unterstützt.

Die mittels des Makrozoobenthos bestimmte Saprobie zeigt für alle Untersuchungsstellen eine mässige organische Belastung (Saprobienindex um 2) an – mit leicht zunehmender Tendenz im Gewässerverlauf. Dies ist höher als die direkt im Fluss gemessenen Nährstoffparameter die zu einem «sehr gut» führen. Die während der Untersuchungskampagne überall beobachtete starke Bildung fädiger Algen auf Hartsubstrat und die von AquaPlus mittels Kieselalgen bestimmte Güteklasse von meist «gut» deutet ebenfalls auf eine gute Verfügbarkeit von Nährstoffen hin.

Die eDNA-Analytik zeigte sich bei ausreichender analysierter Probenzahl als geeignete Methode, um die Verbreitung einer vorher definierten Artengruppe zu erfassen.

Zusammengefasst zeigt die Limmat im Jahr 2020 eine stark gestörte MZB-Gesellschaft, die von Neozoen dominiert wird und eine mässige organische Belastung anzeigt. Die Ursache des gegenüber 2010 starken Rückgangs der Besiedlungsdichten und Artenzahlen lässt sich nicht abschliessend bestimmen, das Vorkommen zweier invasiver und räuberischer Flohkrebse, *D. villosus* und *E. ischnus*, könnte eine Erklärung sein.

1 Einleitung

Ausgangslage

An der Limmat fand bereits 2010 eine Erfassung des biologischen Zustands an zwei Standorten im Kanton Aargau statt. Diese Untersuchung stellte gleichzeitig den Start eines Langzeitmonitorings dar. Für die folgenden Untersuchungen lag es nahe, zukünftig auch den Flusslauf im benachbarten Kanton Zürich mitzuerfassen. Die dem vorliegenden Bericht zugrundeliegenden Untersuchungen wurden im Auftrag der Gewässerschutzfachstellen der Kantone Zürich und Aargau auf insgesamt fünf Standorte zwischen Zürichsee und Einmündung in die Aare ausgeweitet. Die beiden ursprünglichen Standorte und die damaligen Untersuchungsmethoden blieben weitestgehend erhalten. Sie wurden um die Erhebung und Auswertung von Umwelt-DNA (eDNA) erweitert.

Zielsetzung

Die koordinierte Untersuchungskampagne 2020 sollte den biologischen Zustand der Limmat erfassen. Für die zwei schon 2010 untersuchten Transekte ist bereits eine Analyse zeitlicher Änderungen möglich, an den drei neuen Standorten soll eine Referenz zur Beurteilung künftiger Veränderungen des Gewässerzustandes (Gewässerstruktur, Wasserqualität oder ähnlicher Umgebungsfaktoren) erfasst werden.

Schwerpunkt der Untersuchung war wie bereits 2010 die möglichst umfassende Dokumentation des benthischen Organismenbestands des Limmatabschnitts zwischen Zürichsee und Einmündung in die Aare: Makrozoobenthos, Kieselalgen und Algenaufwuchs.

Untersuchungen

Die unterschiedlichen biologischen Komponenten wurden dabei von mehreren Auftragnehmern bearbeitet. Für biologische Untersuchungen lassen sich die Vorgaben des Modulstufenkonzepts nicht oder höchstens angepasst anwenden. So ist z.B. das Modul Makrozoobenthos ausdrücklich nur für watbare Gewässer vorgesehen und damit für die Limmat ungeeignet. Aufgrund der langjährigen Erfahrungen mit biologischen Untersuchungen von grossen Flüssen wurden folgende Firmen als Arbeitsgemeinschaft mit der Durchführung beauftragt:

- HYDRA AG, St. Gallen: Makrozoobenthos, Probenahme und Berichterstattung eDNA und Tauchprobenahme Kieselalgen
- AquaPlus, Zug: Kieselalgen, Aufwuchs, Äusserer Aspekt
- ID-Gene, Genf: Laboranalytik eDNA

Hydra hat seit den 1990er Jahren spezifische tauchergestützte Untersuchungsmethoden an Rhein und Aare entwickelt und wurde seitdem durch Bund und Kantone für die biologische Untersuchung mehrerer grosser Flüsse der Schweiz herangezogen. Dadurch kann eine einheitliche Beurteilung dieser Gewässerkategorie erfolgen.

Die Firma AquaPlus bringt vor allem ihre Erfahrung als Spezialistin für die Bewertung der Wasserqualität mittels Kieselalgen und ihre Kenntnisse des Gewässereinzugsgebietes in die Arbeitsgemeinschaft ein.

ID-Gene führt viele Laboruntersuchungen von eDNA für die öffentliche Hand in der Schweiz durch.

Die Firmen HYDRA und AquaPlus erstellen jeweils einen eigenständigen Fachbericht. Der Fachbericht der Firma AquaPlus enthält den Teil des Äusseren Aspekts sowie des pflanzlichen Bewuchses inklusive der durch Kieselalgen indizierten Wasserqualität. Der Fachbericht der Hydra AG enthält die Teile Makrozoobenthos und eDNA.

Das 2010 begonnene Monitoring wurde auf die gesamte Limmat unterhalb des Zürichsees ausgeweitet

Zielsetzung der Untersuchungen

Die umfangreichen Erhebungen werden von einer Arbeitsgemeinschaft geleistet

Die Berichterstattung erfolgt in getrennten Fachberichten

2 Untersuchungen

2.1 Untersuchungsperimeter

Der untersuchte Abschnitt der Limmat reicht vom Zürichsee bis zur Einmündung in die Aare. Das bereits natürlicherweise über den Seeabfluss gedämpfte Abflussregime wird durch die Wehranlage Drahtschmidli in Zürich, die auch der Regulierung des Seepiegels dient, zusätzlich eingeschränkt. Im Flussverlauf der Limmat führt eine Kette von Stauhaltungen zu einer weiteren Einschränkung der natürlichen Abflussdynamik und des Geschiebebetriebs. Der Flusslauf ist vor allem im oberen Teil der Strecke reguliert und die Ufer sind fast überall verbaut. Die oekomorphologische Beurteilung zeigt daher – bis auf kurze revitalisierte Abschnitte – einen «stark beeinträchtigten» Zustand an. Das mesotrophe Wasser des Zürichsees führt zu einem moderaten Nährstoffeintrag in die Limmat. Weitere Nährstoffeinträge erfolgen im Flussverlauf durch Kläranlagen und Strassenabwässer.

2.2 Untersuchungsstellen

Die fünf Untersuchungsstranekte sind über die gesamte Limmat zwischen Zürichsee und der Einmündung in die Aare verteilt. Die zwei untersten Tranekte liegen im Kanton Aargau und entsprechen den Stellen, die bereits 2010 untersucht wurden. Die drei neu hinzugekommenen Tranekte liegen im Kanton Zürich, die am weitesten flussabwärts gelegene knapp an der Kantongrenze zum Aargau (Tab. 1). Alle untersuchten Tranekte liegen in freifliessenden Abschnitten, bis auf die Stelle «Kloster Fahr» liegen allerdings alle knapp unterhalb von Stauanlagen. Eine detailliertere Beschreibung der Untersuchungsstranekte ist in den Stellensteckbriefen im Anhang aufgeführt.

Stellen-code	Probenahme-querschnitt	Datum	Lage und Charakter
Li-10	Werdhölzli	16. März	1,4 km flussabwärts der Wehranlage zum Kraftwerk Höngg. Eingeengter Lauf in freifliessendem Abschnitt. Rechtes Ufer teils mit groben lockeren Blöcken befestigt, linkes Ufer als Flachufer renaturiert. Die ARA Werdhölzli leitet knapp unterhalb der Probestelle ein. Ökomorphologie: wenig beeinträchtigt.
Li-20	Kloster Fahr	17. März	500 m flussabwärts des Klosters Fahr in freifliessendem, aber stark reguliertem Abschnitt. Beide Ufer mit Blockwurf befestigt. Ökomorphologie: stark beeinträchtigt.
Li-30	Oetwil	18. März	An der westlich von Oetwil gelegenen Strassenbrücke über die Limmat in locker reguliertem Abschnitt. Die Fliessgeschwindigkeit wird bereits durch das KW Wettingen leicht reduziert. Beide Ufer teilweise mit Blöcken befestigt, linksufrig auch mit naturnahen Bereichen. Ökomorphologie: stark beeinträchtigt.
Li-40	Wettingen	19. März	Auf Höhe der Wohnsiedlung Webermühle, 500 m flussabwärts des Längswuhrs Damsau in wieder freifliessendem tiefeingeschnittenem Abschnitt. Rechtsufrig natürlicher steiler Hang mit schmalem vorgelagertem befestigtem Bereich, linksufrig Wechsel aus Naturufer und unterschiedlich hartem Verbau. Ökomorphologie: wenig beeinträchtigt.
Li-50	Turgi/Untersiggenthal	20. März	1,8 km flussaufwärts der Einmündung in die Aare und 100 m unterhalb der Rückleitung des Kraftwerks Turgi. Der Abfluss ist freifliessend, das 700 m unterhalb gelegene Streichwehr bei Vogelsang staut nicht bis zur Probestelle zurück. Das linke Ufer ist hart verbaut, das rechte Ufer vor wenigen Jahren als Flachufer renaturiert. Ökomorphologie: stark beeinträchtigt.

Der Charakter der Limmat wird stark durch den Seeabfluss aus dem Zürichsee, den zahlreichen Wehranlagen und einer «stark beeinträchtigten» Ökomorphologie bestimmt

Tab. 1: Lage und Beschreibung der Probenahmequerschnitte in der Limmat zwischen Zürichsee und Aare.

2.3 Abfluss- und Temperaturverlauf

In der Limmat zwischen Zürich und der Aare gibt es zwei vom BAFU betriebene Pegelstationen. Die Messstelle «Zürich, Unterhard» liegt knapp unterhalb des Zürichsees und wenige Kilometer oberhalb des Untersuchungstransekts «Werdhölzli». Der Pegel «Baden, Limmatpromenade» liegt in der Nähe der Einmündung in die Aare und etwas unterhalb des Transekts «Wettingen». Die Temperatur wird nur in «Baden, Limmatpromenade» erfasst.

Der Seeabfluss des Zürichsees prägt den Abflussverlauf stark und sorgt meist für einen Grundabfluss um $70 \text{ m}^3/\text{s}$. Die bis zur Einmündung in die Aare hinzukommenden Zuflüsse der Limmat sind vergleichsweise unbedeutend, dies zeigt sich auch im geringen Unterschied der Abflüsse zwischen Zürich und Baden (Abb. 1). Über das Vorjahr 2019 gab es keine aussergewöhnliche Hochwasser, auch der Winter 2019/2020 war unauffällig. Im Februar und der ersten Märzhälfte 2020 waren die Abflüsse für diese Jahreszeit leicht erhöht. Bis zum Beginn der Untersuchungskampagne waren sie wieder in einem für die Jahreszeit normalen Bereich. Die Trockenperiode im Sommer 2018 dürfte keine langfristigen Auswirkungen gehabt haben, da jederzeit breite Bereiche der Sohle als Refugieräume benetzt blieben und sich eventuell reduzierte Dichten in 1,5 Jahren wieder erholen konnten. Bei der Untersuchungskampagne 2010 war der Abfluss aufgrund eines sehr trockenen Spätwinters deutlich niedriger.

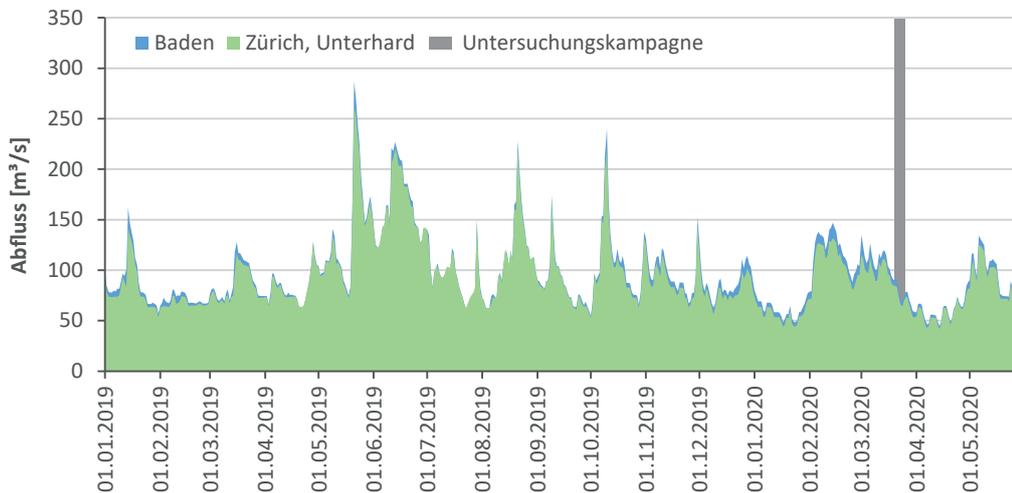


Abb. 1: Abflüsse der Limmat an den Pegeln Zürich und Baden 2019 und Anfang 2020 (Quelle: BAFU).

Die Wassertemperaturen in der Limmat lagen im Vorjahr 2019 und während der Untersuchungen auf einem für die jeweilige Jahreszeit üblichen Niveau (Abb. 2). Die Sommertemperaturen sind allerdings mit über 25°C für ein Voralpengewässer relativ hoch. Dies liegt vor allem am Seeabfluss aus dem im Sommer ebenfalls warmen Zürichsee. Der heisse Sommer 2018 sollte bis Frühjahr 2020 dank langer Erholungszeit keine Auswirkungen mehr gezeigt haben, vor allem für mehrjährige Arten ist ein Effekt aber vorstellbar.



Abb. 2: Wassertemperatur der Limmat am Pegel Baden 2019 und Anfang 2020 (Quelle: BAFU).

2.4 Methoden Makrozoobenthos

Probenahme und Dokumentation

Die einzelnen Flusstransekte wurden jeweils in fünf Kompartimente aufgeteilt, die getrennt voneinander beprobt wurden: Ufer links, Taucher links, Taucher Mitte, Taucher rechts und Ufer rechts. Um das Monitoring der grossen Flüsse der Schweiz zu vereinheitlichen, wurden in der Limmat im Jahr 2020 sowohl Teilprobenzahlen als auch Keschergrössen gegenüber der Untersuchungskampagne von 2010 leicht verändert. Für die Uferproben wurden je vier und für die Taucherstellen je drei Teilflächenproben entnommen und später als Mischprobe weiterverarbeitet. Dies resultierte in fünf Proben pro Transekt, was im wesentlichen dem Vorgehen bei anderen Monitoringprogrammen grosser Flüsse in der Deutschschweiz entspricht. Diese Methode wurde zum möglichst effektiven Monitoring ganzer Flussabschnitte entwickelt und ist hierzu gut geeignet. Auch Aussagen einzelner Transekte sind eingeschränkt möglich. Zur sicheren Erfassung möglichst kompletter Artenlisten oder der Entwicklung einzelner Teilstandorte müsste zusätzliche Proben im Jahresverlauf und eine höhere Anzahl Replikate untersucht werden.

Für die Uferkompartimente wurden auf beiden Flussseiten ständig wasserbenetzte ufernahe Bereiche mittels flächenbezogenem Kicksampling mit einem langstieligen Netzkescher (Fläche: $0,0625 \text{ m}^2$) beprobt. Die Probenahmen am Gewässergrund fanden mittels eines per Seil gesicherten Tauchers statt. Der verwendete Unterwasser-Surber-Sampler (Fläche: $0,07 \text{ m}^2$) wird vom Taucher in das Bachbett eingebracht und steht aufgrund seines Gewichts von 25 kg stabil im Substrat. Von oben in den Sampler greifend wühlt der Taucher das Substrat auf und befördert Organismen und Deckschichtmaterial in ein abnehmbares Netz. An allen Probestellen wurden Substrat- und Strömungsverhältnisse charakterisiert und die Ausprägung von Flussbett und Ufer dokumentiert.

Da die Proben und Teilflächenproben die typischen Lebensräume eines Flussabschnitts repräsentieren sollten, wurden die Teilflächen nicht streng auf einem engen Transekt gewählt, sondern lagen in einem Bereich bis maximal 100 m flussauf- bzw. flussabwärts.

Zusätzlich zu den hier behandelten Inhalten wurden noch Taucherproben mit Kieselalgen entnommen, die von AquaPlus vor Ort weiterverarbeitet wurden. Der Methodenbeschrieb hierzu ist im zugehörigen Bericht dargestellt.



Auswertung der Proben

Das Probenmaterial wurde vor Ort so weit wie möglich von Steinen, Holz, Algen etc. befreit und mit 96-prozentigem Alkohol fixiert. Organismen, die später im fixierten Material nur schwer bestimmbar wären, wurden separat erfasst. Im Labor wurden die Organismen, soweit möglich, bis auf die Art bestimmt und gezählt. Das taxonomische Niveau der Bestimmung orientierte sich an der im Rahmen der Expertengruppe «Makroinvertebraten» der IKSR vereinbarten Taxa-Liste. Die Individuenzahlen wurden jeweils auf Besiedlungsdichten pro 1 m^2 Untersuchungsfläche umgerechnet.

Zur Charakterisierung der Probestellen und Gewässerabschnitte wurden neben Besiedlungsdichten und Taxazahlen auch verschiedene Indices berechnet: Anteile Ernährungstypen, biozönotische Region, Strömungspräferenzen und Saprobienindex. Diese Indices

Methode im Rahmen anderer Flussmonitorings erprobt und bewährt

Probenahme der Ufer werden per Kicksampling durchgeführt – in der Rinne tauchergestützt

Abb. 3: Links: Probenahme in der Rinne mit Unterwassersampler; rechts: Kicksampling in Ufernähe

wurden in der letzten Kampagne 2010 mit der damaligen Schweizer Version des Programms «ecoprof» durchgeführt. Da die Entwicklung dieses Programms vor einigen Jahren aufgegeben wurde und sich die offiziellen Zuordnungen einzelner Taxa zu funktionellen Gruppen seitdem geändert haben, wurde 2020 auf die aktuelle Version des Programms Asterics (Version 4.04) zurückgegriffen. Zur Vergleichbarkeit der Ergebnisse beider Kampagnen wurden auch die alten Daten neu ausgewertet. Daher kann es zu leichten Änderungen der Darstellungen dieser Daten gegenüber dem Bericht von 2010 kommen.

Für das Makrozoobenthos in grossen Flüssen existiert bisher kein Bewertungsmodul nach dem Gewässerschutzgesetz. Die bestehende Bewertungsmethode «Stufe F, Makrozoobenthos» ist nur in bewatbaren Gewässern anwendbar [STUCKI 2010]. Aus diesem Grund kann lediglich eine gutachterliche Einschätzung abgegeben werden.

2.5 Methoden Umwelt-DNA (eDNA)

Seit wenigen Jahren wird im Rahmen vieler MZB-Untersuchungen zusätzlich Umwelt-DNA (eDNA) entnommen und analysiert. Im Rahmen des Limmat-Monitorings stand hierbei vor allem das Vorkommen von Neozoen und einer Fischkrankheit (PKD) im Fokus. Alle im Wasser lebenden Organismen geben regelmässig arteigene DNA-haltige Produkte ins Wasser ab: u.a. Faeces, andere Stoffwechselprodukte, Häutungsreste, Leichen. Diese Bestandteile können aus dem Wasser gefiltert und im Nachgang im Labor analysiert werden. Die Methode kann prinzipiell das Vorhandensein einer Art an der Probestelle oder weiter flussaufwärts anzeigen. Die Probenahme im Feld wurde durch HYDRA durchgeführt, die Laboranalytik durch ID-Gene.

Die e-DNA-Analytik wurde für zwei der Transekte (Li-10 und Li-50) an beiden Ufern durchgeführt. Insgesamt wurden pro Transekt vier Proben (jeweils links- und rechtsufrig zwei) plus jeweils eine Blindprobe mit destilliertem Wasser gewonnen. Im Feld wurden pro Probe unter möglichst sterilen Bedingungen 0,5 l Flusswasser durch Sterivex-HV Filter (0,45 µm Porengrösse) filtriert. Dafür wurde das Wasser immer direkt aus dem Fluss entnommen und mit 50 ml Spritzen durch den Filter gedrückt. Die Filter wurden zur späteren Weiterverarbeitung sofort in einem transportablen Kühlschrank gekühlt und dauerhaft bei -20°C gelagert.

Die Laboranalytik erfolgte für acht der 15 Zielarten mittels Metabarcoding, die restlichen wurden mittels artspezifischer Primer und qPCR erfasst (Tab. 2). 15 Arten waren vom Auftraggeber vorgegebene Neozoen, hinzu kam der Erreger der Fischkrankheit PKD und die seltene einheimische Schnecke *Theodoxus fluviatilis*. Zur Kontrolle wurden weitere häufige heimische Arten mitanalysiert.

Gruppe	Tierart
Hirudinea	<i>Barbronia weberi</i>
Oligochaeta	<i>Branchiura sowerbyi</i>
Plathelminthes	<i>Dugesia tigrina</i>
Amphipoda	<i>Chelicorophium curvispinum</i>
	<i>Dikerogammarus villosus</i>
	<i>Echinogammarus ischnus</i>
Mysida	<i>Limnomysis benedeni</i>
Bivalvia	<i>Corbicula fluminea</i>
	<i>Dreissena polymorpha</i>
	<i>Dreissena rostriformis</i>
Gastropoda	<i>Physella acuta/heterostropha</i>
	<i>Potamopyrgus antipodarum</i>
	<i>Theodoxus fluviatilis</i>
Pisces	<i>Neogobius</i> sp.
Fischkrankheit	Proliferative Kidney Disease (PKD), Erreger: <i>Tetracapsuloides bryosalmonae</i>

Keine Bewertungsmethode MZB in grossen Flüssen vorhanden

Mittels eDNA wurde auf das Vorkommen von 15 Neozoenarten, eine Fischkrankheit (PKD) und die in der Schweiz seltene Schnecke *Theodoxus fluviatilis* getestet

Tab. 2: Organismen, auf deren Vorkommen mittels eDNA getestet wurde. Blau: mittels artspezifischer Primer und qPCR; schwarz: Metabarcoding.

3 Ergebnisse und Beurteilung

3.1 Makrozoobenthos Vorkommen und Artenzusammensetzung

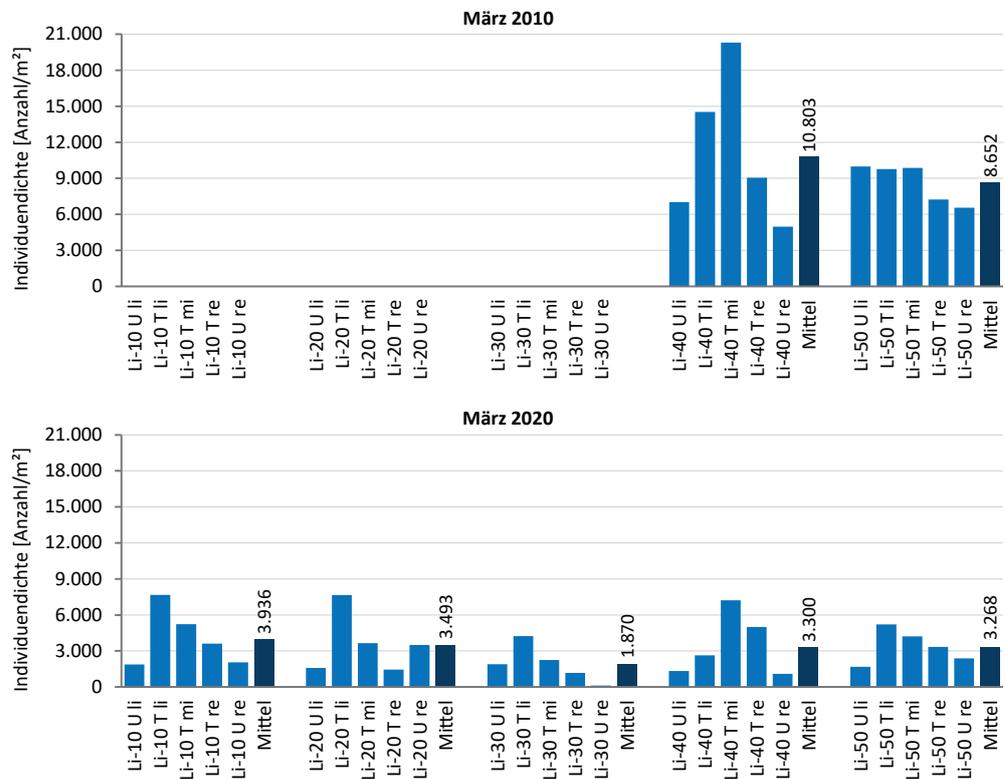
Besiedlungsdichten

Die Besiedlungsdichten waren im März 2020 an allen Transekten sehr gering (Abb. 4). Vergleicht man die Transekte 2020 miteinander, so fällt «Oetwil» (Li-30) mit einer gegenüber den anderen Transekten nochmals halbierten Besiedlungsdichte auf.

Die insgesamt geringen Dichten fallen sowohl im Vergleich zur Untersuchungskampagne 2010, als auch im Vergleich zu anderen Monitorings grosser Flüsse in der Schweiz auf. Der Vergleich mit 2010 ist nur an den Probestellen «Wettingen» (Li-40) und «Turgi» (Li-50) möglich. Abgesehen von den insgesamt deutlich niedrigeren Werten, entspricht die Verteilung der Dichten 2020 über die unterschiedlichen Teilprobestellen weitgehend derjenigen von 2010. Die Taucherproben enthalten jeweils die höchsten Dichten. Dies gilt auch für die anderen in 2020 neu untersuchten Transekte.

Sehr geringe und gegenüber 2010 reduzierte Besiedlungsdichten

Abb. 4: Individuendichten pro m² der einzelnen Flusskompartimente Ufer links (U-li), Taucher links, Mitte, rechts (T-li, T-mi, T-re) und Ufer rechts (U-re) der Limmat in den Jahren 2010 und 2020. Weitere Abkürzungen siehe Tab. 1).



Auch die Zusammensetzung der Besiedlung hat sich seit 2010 in «Wettingen» (Li-40) und «Turgi» (Li-50) stark verändert (Abb. 5). Deutlich erhöht hat sich der Anteil an Crustacea. Dies liegt zu einem grossen Teil am Auftreten eines weiteren Neozoons, *Echinogammarus ischnus*, der an allen Transekten hohe Dichten erreicht hat. Gleichzeitig sind die absoluten Dichten des bereits 2010 in der Limmat vorkommenden Neozoons *Dikerogammarus villosus* auf einem ähnlichen Niveau wie 2010. Durch die stark reduzierten Gesamtdichten führt dies gleichzeitig zu einem höheren Anteil dieser Art. Von der Reduktion am stärksten betroffen sind Insekten, Eintagsfliegenlarven sind fast vollständig verschwunden, Köcherfliegenlarven stark reduziert. Andere, auch sonst seltenere Gruppen sind ebenfalls betroffen.

Verlust vor allem von Insektenlarven, nur Crustaceen nahmen zu

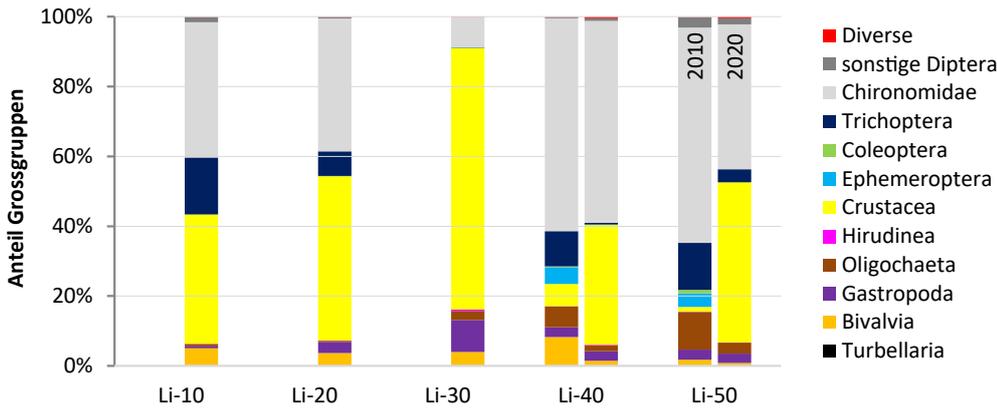


Abb. 5: Zusammensetzung der Benthosbesiedlung in der Limmat nach Organismengruppen (linke Balken: 2010, rechte Balken: 2020; Abkürzungen s. Tab. 1).

Artenzahl

Neben den Besiedlungsdichten sind auch die Artenzahlen gegenüber 2010 erschreckend zurückgegangen (Abb. 6). Knapp zwei Drittel der damals gefundenen Taxa sind verlorengegangen. Dies ist bedeutend, da die Taxazahlen – im Vergleich zu den Besiedlungsdichten – viel geringeren zeitlichen Schwankungen zwischen den Jahren unterworfen sind. Die 2020 gefundenen Taxazahlen sind auch gegenüber vergleichbaren Gewässern äusserst gering. Der Ursache dieses Rückgangs der Artenvielfalt in der Limmat sollte dringend nachgegangen werden.

Massiver Rückgang der Biodiversität des MZB in der Limmat von 2010 bis 2020

An der Verteilung der Taxazahlen über die Teilproben hat sich gegenüber 2010 nichts wesentlich geändert, sie sind relativ gleichmässig verteilt. Der Transekt «Oetwil» (Li-30) zeigt bei den Taxazahlen keinen Unterschied zu den restlichen Transekten – im Gegensatz zur dortigen Besiedlungsdichte. Wie auch bereits 2010 war ein Anteil der Taxa nur in den Taucherproben zu finden.

Ein Teil der Taxa ist nur mittels Taucherproben erfassbar

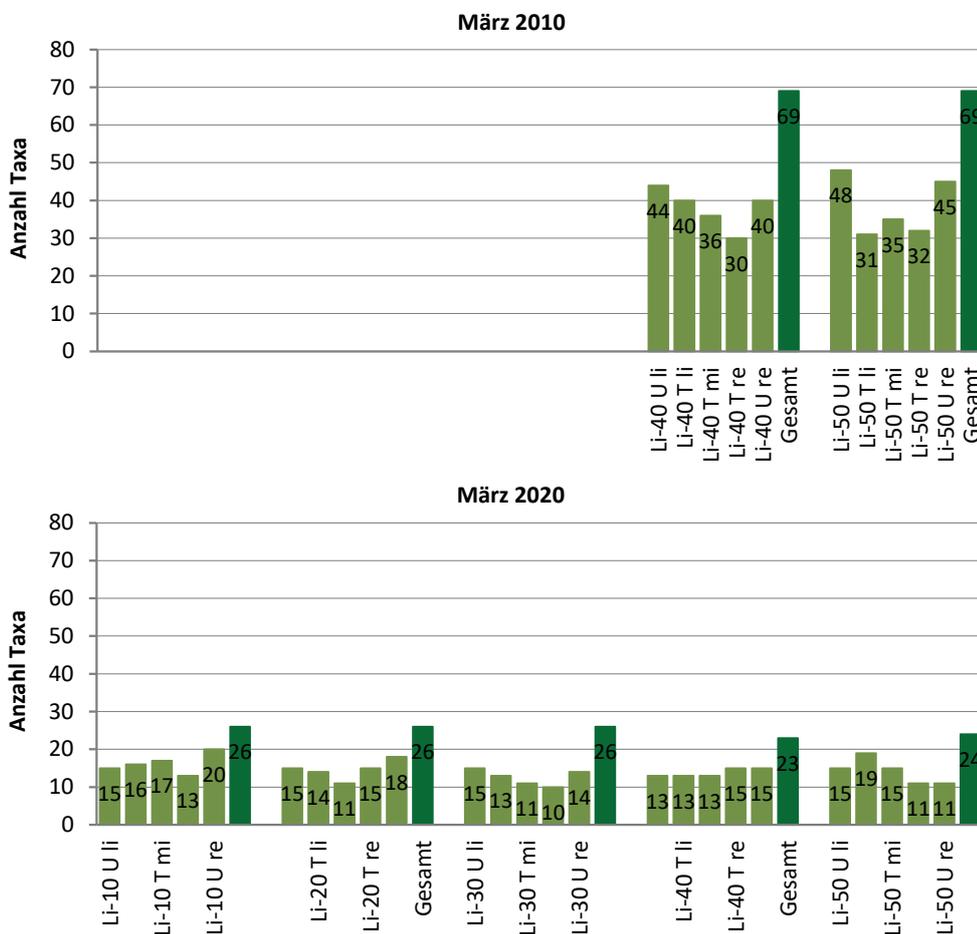


Abb. 6: Taxazahlen der Teilproben in der Limmat und der gesamten Transekte (oben 2010, unten 2020; Abkürzungen s. Tab. 1).

Rote Liste-Arten

Einzelne der in der Limmat gefundenen Arten sind in einer der Roten Listen bedrohter Tierarten der Schweiz geführt [BAFU 1994; BAFU 2002; BAFU 2012]. Der höchste Gefährdungsstatus war dabei «verletzlich» (Tab. 2). Zum Vergleich mit 2010 wurden die damaligen Ergebnisse nochmals mit den aktuellen Roten Listen abgeglichen. Diese spiegeln zwar die heutige Gefährdung wieder, das Vorgehen ermöglicht aber einen besseren Vergleich der Untersuchungskampagnen.

Alle 2010 gefundenen Rote Liste-Arten wurden 2020 an den damals untersuchten Standorten nicht mehr gefunden. Die beiden Köcherfliegenlarven fehlten auch in den 2020 neu hinzugekommenen Transekten. Die «potenziell gefährdete» Eintagsfliege *Potamanthus luteus* war lediglich in «Oetwil» (Li-30) mit einer einzelnen Larve vertreten. 2010 war die Art in «Wettingen» (Li-40) und «Turgi» Li-50 noch häufig.

An dem 2020 erstmalig untersuchten Transekt «Oetwil» (Li-30) wurden am linken Ufer eine einzelne Larve der Gemeinen Keiljungfer (*Gomphus vulgatissimus*) und am rechten Ufer wenige Exemplare der Muschelart *Pisidium amnicum* gefunden.

Auffällig ist das gänzlichen Fehlen von *Theodoxus fluviatilis* in der ganzen Limmat im Frühjahr 2020, sowohl in den MZB-Proben, als auch der eDNA-Analytik. Diese Art in der Schweiz bedrohte Art wurde im Rahmen anderer Untersuchungen 2018 bei Dietikon noch häufig und verschwand auch dort bis Herbst 2020.

Die geringe Anzahl an im Frühjahr 2020 gefundener Rote-Liste-Arten in der Limmat war, angesichts der insgesamt niedrigen Taxazahlen zu erwarten.

Artname	Status Rote Liste	Vorkommen 2010	Vorkommen 2020
Ephemeroptera - Eintagsfliegen			
<i>Potamanthus luteus</i>	NT (potenziell gefährdet)	häufig an beiden Transekten	Einzeltier in Li-30 Taucherprobe
Trichoptera - Köcherfliegen			
<i>Halesus cf. tessellatus*</i>	VU (verletzlich)	Einzelne Junglarven an beiden Transekten*	kein Nachweis
<i>Silo piceus</i>	VU (verletzlich)	vereinzelt an beiden Transekten	kein Nachweis
Odonata - Libellen			
<i>Gomphus vulgatissimus</i>	NT (potenziell gefährdet)	kein Nachweis	Einzeltier in Li-30 Ufer links
Bivalvia - Muscheln			
<i>Pisidium amnicum</i>	NT (potenziell gefährdet)	kein Nachweis	vereinzelt in Li-30 Ufer rechts
<i>Theodoxus fluviatilis</i>	CR (vom Aussterben bedroht)	jeweils keine Nachweise, aber 2018 hohe Dichten bei Dietikon	

3.2 Das Makrozoobenthos als Indikator des Gewässerzustands

Die grossen Flüsse der Schweiz nehmen für die Gewässerbewertung eine Sonderstellung ein, da noch nicht für alle Lebensgemeinschaften standardisierte Bewertungsmodul vorliegen. Dies betrifft vor allem das Makrozoobenthos. Die bestehende Methode zur Bewertung von Makrozoobenthos [STUCKI 2010] ist ausdrücklich nur für bewatbare Gewässer vorgesehen und geeignet. Aktuell sind Erweiterungen dieser Bewertungsmethode für grosse Flüsse erst in Planung [Erweiterung STUCKI 2010 und HYDRA 2017b]. Daher lassen sich für grosse Flüsse derzeit noch keine einfachen standardisierten Gütebewertungen vornehmen. Davon unabhängig gibt es eine lange Erfahrung beim Monitoring des Makrozoobenthos grosser Flüsse der Schweiz, die auch in die Entwicklung neuer Bewertungsmethoden

In der Limmat kommen nur wenige gering gefährdete Arten vor

Keine Funde oder eDNA-Nachweise von *Theodoxus fluviatilis*

Tab. 3: Während der Kampagnen 2010 und 2020 in der Limmat gefundene Rote Liste-Arten [BAFU 1994; BAFU 2002; BAFU 2012]. *) Trennung *H. tessellatus/digitatus* larval z.T. schwierig.

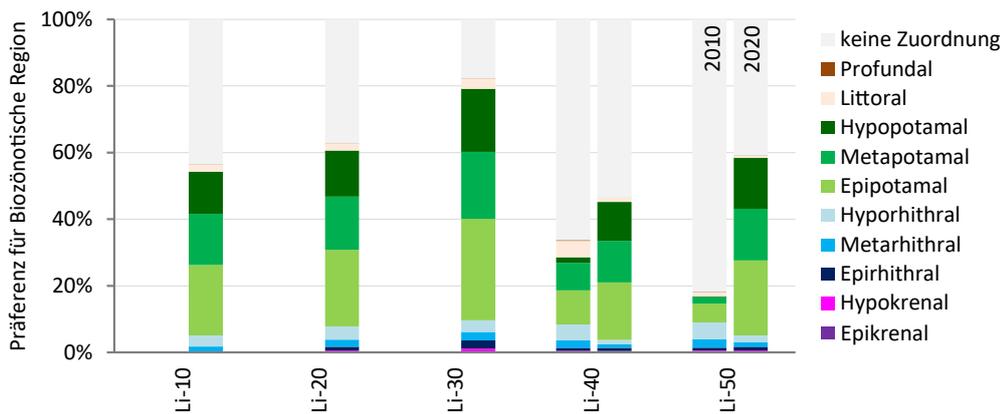
eingehen [HYDRA 2017a]. Daher wird im Folgenden auf einzelne entsprechende Indikatoren/Metrics eingegangen.

Biozönotische Region

Im Längsverlauf eines Fließgewässers ändern sich typischerweise Gewässerbreite, Tiefe, Gefälle, Abfluss, Temperaturverhältnisse und weitere Parameter. Damit ändert sich auch die jeweils daran angepasste Lebensgemeinschaft. Dies hat zur Definition im Flusslauf aufeinander folgender biozönotischer Regionen geführt. Die übliche Abfolge der biozönotischen Regionen kann dabei durch Seen, Gefällestufen, aber auch durch Eingriffe verändert werden. Begradigungen, Ausleitungen und Schwalleinfluss führen zu einer Rhithralisierung der Gemeinschaft, Aufstauungen, organische Belastungen oder fehlende Geschiebedynamik zu einer Potamalisierung.

Für die Charakterisierung eines Gewässer(abschnitts) werden die dort gefundenen Arten entsprechend ihrer Präferenzen für eine oder mehrere biozönotische Regionen nach einem 10-Punkte-System eingeordnet. Da es für einen grossen Teil der in der Limmat gefundenen Arten keine Einordnung bezüglich ihrer Präferenz für eine oder mehrere Biozönotische Regionen gibt, ist die Interpretation der Ergebnisse 2010 gar nicht und 2020 nur bedingt möglich.

Insgesamt überwogen deutlich potamal orientierte Arten, was in diesem Ausmass auch für einen Mittellandfluss untypisch ist (Abb. 7). Allerdings lagen alle Probestellen relativ dicht unterhalb des Zürichsees (Li-10) oder vor Staubereichen. Vermutlich führen aus diesen Bereichen eingedriftete Tiere zu einer «Potamalisierung».



Seeabfluss des Zürichsees und die zahlreichen Staubereiche führen zu einer verstärkten Potamalisierung der Limmat

Abb. 7: Benthoszusammensetzung der Limmat nach Zugehörigkeit zu einer biozönotischen Region (linke Balken: 2010, rechte Balken: 2020; Abkürzungen s. Tab. 1).

Ernährungstypen

Auch die in der Benthosbiozönose vertretenen Ernährungstypen lassen Schlüsse auf die im Gewässer vorkommenden ökologischen Bedingungen zu. So gehören zum Rhithral viele typische Weidegänger, zu denen zahlreiche Eintagsfliegenarten, aber auch Schnecken zählen. Diese ernähren sich vom dünnen Algenaufwuchs auf Steinen. Ihr Anteil geht zurück, wenn die Algenrasen durch fädige Algen verdrängt oder durch Sand und Feinmaterial überdeckt werden. Für die Auswertung werden die meisten Arten nicht nur einem Typus, sondern entsprechend ihren Lebensgewohnheiten nach einem 10-Punkte-System mehreren Typen zugeordnet.

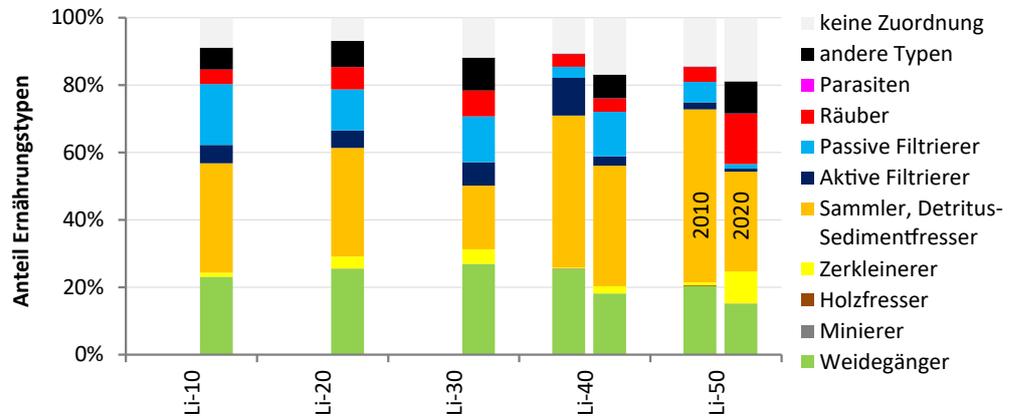
Insgesamt wurde die Benthosgemeinschaft 2020 von Weidegängern und Detritus-Sammlern/Sedimentfressern dominiert (Abb. 8). An den meisten Stellen war der Anteil an Filtrierern relativ hoch, vor allem derjenige passiver Filtrierer. Dies zeigt eine reichliche Drift an Nahrungspartikeln an. Für die Stellen «Werdhölzli» (Li-10) und auch noch «Kloster Fahr» (Li-20) ist dies durch den Seeabfluss des Zürichsees natürlich. Die weiter flussabwärts gelegenen Transekte «Oetwil» (Li-30) und «Wettingen» (Li-40) sind hier vermutlich durch die zahlreichen Staubereiche beeinflusst. Lediglich der kurz vor der Aareinmündung gelegene Transekt «Turgi» (Li-50) zeigte eine für einen Mittellandfluss typischere Zusammensetzung der Ernährungstypen.

Auffällig viele Filtrierer – nicht nur am Seeabfluss des Zürichsees

Zunahme von Räubern gegenüber 2010 vor allem durch neozoische Gamma-riden

Abb. 8: Anteile der unterschiedlichen Ernährungstypen in der Limmat in den Jahren 2010 (linke Balken) und 2020 (rechte Balken); Abkürzungen s. Tab. 1).

Im Vergleich zur Untersuchungskampagne 2010 haben in «Wettingen» (Li-40) die passiven Filtrierer und in «Turgi» (Li-50) die Prädatoren zugenommen. Der recht hohe Anteil der Prädatoren ergibt sich aus der hohen Abundanz der beiden neozoischen Flohkrebse *D. villosus* und *E. ischnus*, die sich unter anderem räuberisch ernähren können.



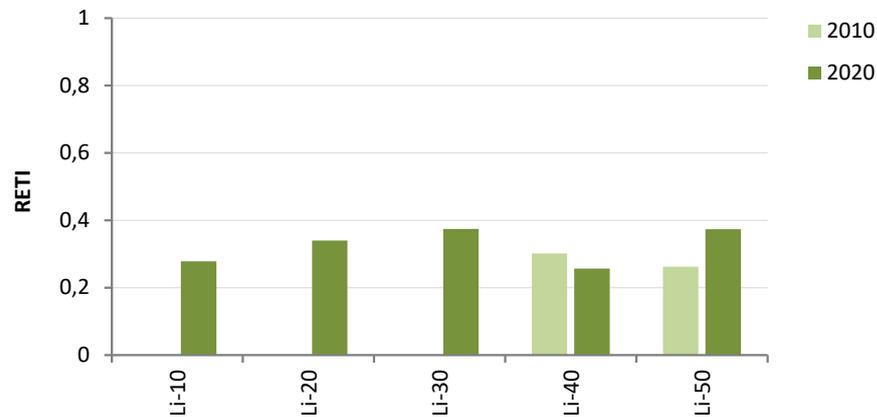
Rhithron-Ernährungstypen-Index (RETI)

Der RETI wird aus der Verteilung der Ernährungstypen und dem River Continuum Concept abgeleitet. Der Index kann zwischen 0 und 1 liegen. 1 entspricht dabei dem theoretischen Zustand an der Quelle und 0 Potamal. Werte > 0,5 zeigen eine für naturnahe Rhithronabschnitte typische Ernährungstypenstruktur an.

Auch der RETI zeigt eine moderate Potamalisierung entlang der gesamten Limmat an

Abb. 9: Rhithron-Ernährungstypen-Index (RETI) in der Limmat in den Jahren 2010 (linke Balken) und 2020 (rechte Balken); Abkürzungen s. Tab. 1).

In der Limmat liegen die Werte aller Transekte der Jahre 2010 und 2020 deutlich unter 0,5 und zeigen damit eine Potamalisierung an (Abb. 9). Dies deckt sich mit den Ergebnissen der anderen Parameter. Die am weitesten flussaufwärts gelegenen Transekte wurden dabei vom natürlichen Seeabfluss des Zürichsees beeinflusst, die anderen vor allem durch die zahlreichen Staubereiche.



Saprobienindex

Der Saprobienindex soll die organische Belastung eines Fließgewässers anhand der Benthosbesiedlung anzeigen. Er ist allerdings für die Beurteilung kleiner Flüsse entwickelt und zeigt auch teilweise andere Einflüsse an. So können Nutzungen, die ins Abflussgeschehen oder die Substratverhältnisse eingreifen, die Ergebnisse verschieben. Dies gilt insbesondere bei geringer organischer Gewässerbelastung, wenn anspruchsvolle Arten durch ungeeignetes Substrat, unregelmäßige Wasserführung oder mangelnde Strömung an einer Besiedlung gehindert werden. Diese Einschränkungen treffen teilweise auch auf den untersuchten Abschnitt der Limmat zu.

Die nach dem Saprobienindex bestimmte Gewässergüte liegt an allen Transekten bei «gut» (Abb. 10). Entsprechende Werte wären unterhalb des Zürichsees zu erwarten, entlang der

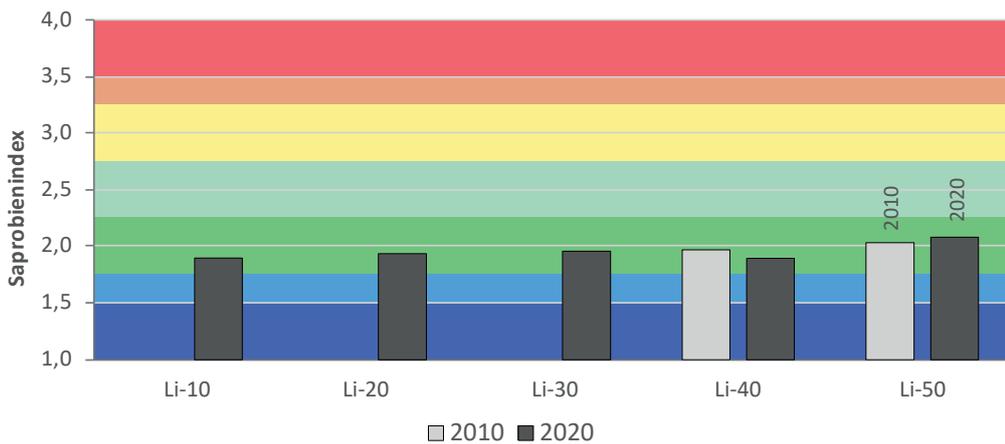


Abb. 10: Saprobienindex (Zelinka & Marvan) in der Limmat in den Jahren 2010 (linke Balken) und 2020 (rechte Balken); (Abkürzungen s. Tab. 1).

Fliessstrecke sollte sich die Saprobie allerdings durch die in Fliessgewässern typische Selbstreinigung reduzieren. Natürlicherweise wäre ungefähr ab Li-30 mit einer sehr guten Gewässergüte zu rechnen. Die gegenüber dem Zürichsee kleinen Staubereiche können dies nur bedingt erklären, hier kommen vermutlich auch Einträge aus dem Umland hinzu. Das Ergebnis passt auch zu der an allen Transekten vorgefundene Veralgung des Substrates.

Gegenüber 2010 hat sich die Saprobie nicht verändert.

3.4 Neozoen

In der Limmat sind diverse Neozoen bereits seit vielen Jahren etabliert. Bei der Untersuchung in 2010 wurden bereits sechs Arten festgestellt: *Dugesia tigrina*, *Physella acuta/heterostropha*, *Potamopyrgus antipodarum*, *Dreissena polymorpha*, *Dikerogammarus villosus* und *Jaera sarsi*. Während der Kampagne 2020 wurden die Tigerplanarie (*Girardia tigrina*) und die Spitze Blasenschnecke (*Physella acuta/heterostropha*) nicht wieder gefunden. Dafür sind einige Arten hinzugekommen. Dies betrifft teilweise eher unauffällige Arten wie *Branchiura sowerbyi* oder *Triops* sp., aber auch die Körbchenmuschel (*Corbicula fluminea*) und vor allem den Flohkrebs *Echinogammarus ischnus*. Die in den letzten Jahren in einigen Gewässern der Schweiz eingeschleppte, stark invasive Quagga-Muschel (*Dreissena bugensis*) wurde in der Limmat nicht gefunden.

Die **Donauassel** (*Jaera sarsi*) kam schon 2010 an beiden damals untersuchten Transekten häufig vor. Ihre Dichten haben sich bis 2020 kaum verändert und an den neu hinzugekommenen Transekten kommt sie in ähnlicher Anzahl vor. In anderen grossen Schweizer Flüssen hat sie meist keine so hohen Dichten erreicht, trotzdem werden keine starken Auswirkungen für die Limmat vermutet. Bisher ist die Donauassel in der Schweiz nicht als problematisch aufgefallen.

Der **Grosse Höckerflohkrebs** (*Dikerogammarus villosus*) hat die Limmat 2006 vom Zürichsee her besiedelt. Im oberen Teil der Limmat liess sich bereits 2007/2008 im Rahmen von Untersuchungen des AWEL des Kantons Zürich ein deutlicher «Overshoot» beobachten. So wird ein meist kurzfristiges Massenaufkommen von invasiven Arten kurz nach ihrer Einschleppung bezeichnet. Meist sinken diese anfänglichen Extremwerte wieder etwas ab. Im Bereich bei Werdhölzli und Dietikon wurden damals sogar sehr viel höhere Dichten als heute gefunden. Bereits 2010 waren die Dichten in der oberen Limmat und im Zürichsee wieder deutlich zurückgegangen. Während der Monitoringkampagne 2010 kam *D. villosus* dagegen an den zu diesem Zeitpunkt untersuchten beiden unteren Transekten (Li-40, Li-50) in hohen Dichten vor. Im Gegensatz zum allgemeinen Rückgang des MZB an der Limmat seit 2010, haben sich seine Dichten dort bis 2020 kaum verändert. In den drei neu hinzugekommenen Transekten Li-10 bis Li-30 in der oberen Limmat liegen die Anzahlen heute auf einem vergleichbaren Niveau. Diese allgemein stark invasive Art ist damit in der Limmat weit verbreitet und dominierend.

Leicht erhöhte Saprobie nicht nur direkt unterhalb des Zürichsees

Keine Veränderungen im Vorkommen der Donauassel (*Jaera sarsi*)

Der 2006 vom Zürichsee eingewanderte Grosse Höckerflohkrebs (*Dikerogammarus villosus*) hält sich seit einem «Overshoot» 2007/2008 in hohen Dichten

Abb. 11: Links: Donauassel (*Jaera sarsi*); rechts: Körbchenmuschel (*Corbicula fluminea*).



Abb. 12: Links: Grosser Höckerflohkrebs (*Dikerogammarus villosus*); Mitte: *Echinogammarus ischnus*; rechts: «Uhrzeitkrebs» *Triops* sp.



Abb. 13: Links: Dreikantmuschel (*Dreissena polymorpha*); Mitte: Tigerplanarie (*Dugesia tigrina*); rechts: Neuseeländische Sumpfdeckelschnecke (*Potamopyrgus antipodarum*).



Neuer hochinvasiver Flohkrebs *Echinogammarus ischnus* bereits in hohen Dichten

Der zweite neozoische Flohkrebs ***Echinogammarus ischnus*** wurde 2020 neu in der Limmat gefunden. Seine Dichten waren bereits an allen Transekten sehr hoch und sind jenen des Grossen Höckerflohkrebses vergleichbar. Beide neozoischen Gammaridenarten sind dafür bekannt, heimische Gammariden zu verdrängen und auch das restliche MZB zu dezimieren. Beide Arten leben auch räuberisch. Eine Koexistenz der beiden Arten wird an vielen Flüssen Europas beobachtet. Stellen sie jeweils alleine schon eine Bedrohung für alle Kleinlebewesen im Fluss dar, könnte ihr gemeinsamer Effekt noch deutlich stärker sein.

Körbchenmuschel (*Corbicula fluminea*) vermutlich aus dem Zürichsee eingewandert

Die **Körbchenmuschel (*Corbicula fluminea*)** wurde 2010 noch nicht gefunden und kam 2020 in allen Transekten und den meisten Teilproben in mittleren Dichten vor. Sie war dabei in den drei weiter flussaufwärts gelegenen Stellen häufiger. Die Ausbreitung in die Limmat war zu erwarten, da sie bereits schon länger im Zürichsee vorkommt. In den fließenden, kiesigen Bereichen der Limmat dürfte sich die Körbchenmuschel weiterhin unauffällig verhalten, in den Staubereichen könnte es allerdings zu Massenvorkommen kommen. Meist stellen die Tiere aber auch dann keine grössere Gefahr für das Ökosystem dar.

Dreikantmuschel (*Dreissena polymorpha*) in nur geringen Dichten

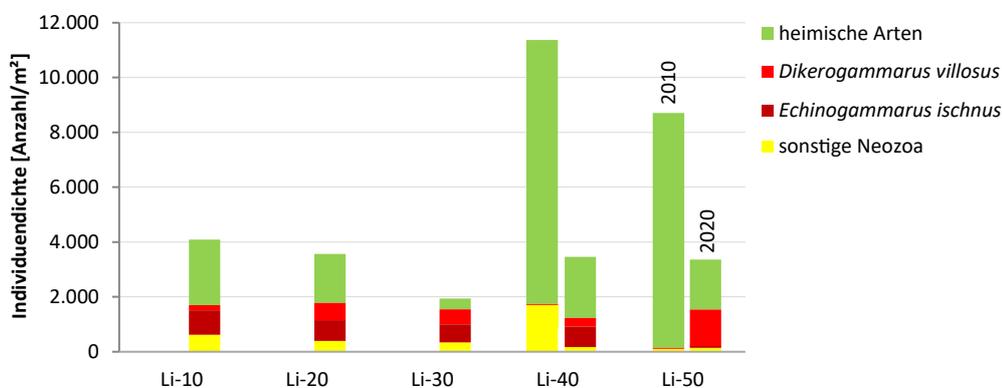
Die **Dreikantmuschel (*Dreissena polymorpha*)** kam 2020 in vier der fünf untersuchten Transekte vor. Auffällig war die Dichteverteilung entlang der Limmat. Waren die Dichten direkt unterhalb des Zürichsees in «Werdhölzli» (Li-10) noch relativ hoch, nahmen sie im Flussverlauf allmählich ab, bis die Art bei «Turgi» (Li-50) ganz fehlte. Damit ging die Dreikantmuschel in den bereits 2010 untersuchten Transekten stark zurück. Die Ursache für diesen Rückgang ist unbekannt, da die Dreikantmuschel nach ihrer Einschleppung in den meisten grösseren Flüssen eine schnelle Etablierung und starke Ausbreitung gezeigt hat. Einen ähnlichen Befund gab es 2018 in der Oberen Aare um Bern. Dort kommt die Dreikantmuschel seit über 10 Jahren vor, breitet sich aber nicht weiter aus. Für die Limmat werden aufgrund des tendenziellen Rückzugs der Art keine neuen Auswirkungen angenommen.

2020 konnten keine **Tigerplanarien (*Dugesia tigrina*)** mehr gefunden werden, 2010 kam sie noch an beiden untersuchten Transekten vor. Die Tigerplanarie scheint schweizweit im Rückzug begriffen zu sein.

Der Kiemenwurm *Branchiura sowerbyi* kommt in sehr vielen Gewässern vor und ist üblicherweise ökologisch unauffällig. In der Limmat wurde er 2020 in sehr geringer Dichte an beiden Ufern in «Oetwil» (Li-30) und mit einem Einzeltier in «Wettingen» (Li-40) gefunden.

Die Verbreitung der **Neuseeländischen Sumpfdeckelschnecke** (*Potamopyrgus antipodarum*) hat sich kaum verändert. Sie kam 2010 und 2020 an einigen Probestellen in meist geringen Dichten vor. Die kleine Schnecke zeigt üblicherweise kein invasives Verhalten.

Am rechten Ufer in «Oetwil» (Li-30) wurde ein Exemplar des «Urzeitkrebse» *Triops sp.* gefunden. Es handelt sich um ein Tier aus der «*longicaudatus*»-Gruppe (in Revision) und sicher nicht um die heimische und äusserst seltene Art *T. cancriformis*. Die Arten der Gattung *Triops* sind im Handel als «Urzeitkrebse» sehr verbreitet. Gehandelt werden meist die Dauereier fremder Arten, die vor allem von Kindern herangezogen werden. Die erwachsenen Tiere werden dann leider oft in die Natur «entlassen». Eine weitere Fortpflanzung in der Limmat wird aufgrund der sehr speziellen Lebensweise dieser Gattung als sehr unwahrscheinlich angesehen.



Geringe Dichten anderer, ökologisch unauffälliger Neozoen

Abb. 14: Individuendichten der wichtigsten Neozoenarten und angestammter Arten in der Limmat in den Jahren 2010 (linke Balken) und 2020 (rechte Balken); (Abkürzungen s. Tab. 1).

Der 2010 noch sehr seltene *D. villosus* und der seitdem neu eingeschleppte *E. ischnus* machen heute den allergrössten Teil der Neozoendichten und über ein Drittel der Gesamtindividuenzahl des MZB in der Limmat aus (Abb. 14). Diese beiden stark invasiven und auch räuberisch lebenden Gammariden sind dafür bekannt, andere, vor allem heimische Arten zu verdrängen. Allerdings wurde ein so starker Rückgang der Gesamt-Besiedlungsdichten wie in der Limmat bisher noch nicht beobachtet.

An der Mehrheit der Transekte koexistieren heute beide invasiven Flohkrebse in annähernd gleichen Dichten. In «Werdhölzli» (Li-10) dominiert heute *E. ischnus*, in «Turgi» (Li-50) dagegen *D. villosus*. Gegenüber 2010 wurden in «Wettingen» (Li-40) die damals häufigen *J. sarsi* und *D. polymorpha* bis 2020 weitestgehend verdrängt.

3.5 Umwelt-DNA (eDNA)

Von den von ID-Gene betrachteten 15 Zielarten wurden acht mittels eDNA nachgewiesen (Tab. 4). In den MZB-Proben wurden zwei Neozoenarten weniger gefunden: Die Schwebe-garneele *Limnomysis benedeni* und die Schnecke *Physella acuta/heterostropha*.

Das Nichtvorhandensein von *L. benedeni* im MZB überrascht nicht, da die Art nur in Stillgewässern oder sehr ruhigen Abschnitten von Flüssen vorkommt. Da eDNA einige Kilometer weit verdriftet werden kann, ist bei einem genetischen Nachweis nicht erkennbar, wo die zugehörigen Tiere seit 2010 tatsächlich vorkommen. Die eDNA von *L. benedeni* wurde nur bei «Werdhölzli» (Li-10), kurz unterhalb dem Seeausflusses des Zürichsees gefunden. Vermutlich wurde deren eDNA in die Limmat verdriftet, wobei *L. benedeni* im oberen Teil der Limmat seit 2010 ab und an in Kickproben auftauchten. *P. acuta/heterostropha* wurde noch 2010 in der Limmat nachgewiesen, daher können 2020 Restvorkommen zwischen den Untersuchungstransekten übriggeblieben sein, die mit den Probenahmen an den Transekten nicht erfasst wurden.

Die invasiven Gammariden dominieren 2020 gemeinsam in allen Transekten das gesamte MZB

Andere Neozoen rückläufig

Alle per MZB erfassten Zielarten auch per eDNA ermittelt

Vorteil der weiträumigen Erfassung von Vorkommen ist gleichzeitig auch Nachteil, da genaue Herkunft unbekannt ist

Auswertung mehrerer Parallelproben nötig

Tab. 4: Mittels eDNA-Analytik oder MZB-Probenahme nachgewiesene Arten aus dem per eDNA untersuchten Zielartenkatalog. Da eDNA im Fluss verdriftet werden kann, wurden für MZB auch die Ergebnisse der Transekte aufgeführt, an denen keine eDNA entnommen wurde.

Art	Li-10		Li-20	Li-30	Li-40	Li-50	
	eDNA	MZB	MZB	MZB	MZB	eDNA	MZB
<i>Barbronia weberi</i>	-	-	-	-	-	-	-
<i>Branchiura sowerbyi</i>	X	-	-	X	X	X	-
<i>Dugesia tigrina</i>	-	-	-	-	-	-	-
<i>Chelicorophium curvispinum</i>	-	-	-	-	-	-	-
<i>Dikerogammarus villosus</i>	X	X	X	X	X	X	X
<i>Echinogammarus ischnus</i>	X	X	X	X	X	X	X
<i>Limnomysis benedeni</i>	X	-	-	-	-	-	-
<i>Corbicula fluminea</i>	X	X	X	X	X	X	X
<i>Dreissena polymorpha</i>	X	X	X	X	X	X	-
<i>Dreissena rostriformis</i>	-	-	-	-	-	-	-
<i>Physella acuta/heterostropha</i>	X	-	-	-	-	X	-
<i>Potamopyrgus antipodarum</i>	X	X	-	X	X	X	X
<i>Theodoxus fluviatilis</i>	-	-	-	-	-	-	-
<i>Neogobius</i> sp.	-					-	
PKD (Proliferative Kidney Disease)	-					-	

4 Schlussfolgerungen und Ausblick

Das Hauptergebnis der Untersuchungskampagne an der Limmat 2020 ist ein sehr starker Rückgang sowohl der Artenzahlen als auch der Besiedlungsdichte. Der Rückgang lässt sich zwar nur anhand der bereits 2010 beprobten Transekte «Wettingen» (Li-40) und «Turgi» (Li-50) belegen, die Daten der anderen Transekte liegen allerdings im selben Bereich und sind im Vergleich mit anderen grossen Flüssen der Schweiz viel zu niedrig. Selbst in stark beeinträchtigten Abschnitten z.B. des Hochrheins werden deutlich höhere Taxazahlen erreicht.

Die Ursache für diesen starken Rückgang lässt sich nicht sicher feststellen, da sich die meisten Parameter in der Limmat in den letzten 10 Jahren kaum und eher positiv verändert haben. Die Gewässermorphologie hat sich z.B. aufgrund von Revitalisierungen tendenziell verbessert, auch die Gewässerqualität ist meist «sehr gut». Das im Feld beobachtete starke Algenwachstum auf dem Substrat deutet zwar auf eine gewisse Nährstofffracht hin – aber auch diese hat sich seit der Untersuchungskampagne 2010 eher verringert.

Eine mögliche Erklärung ist das Aufkommen von räuberischen Neozoen. Bereits 2010 wurde der stark invasive und auch räuberisch lebende Grosse Höckerflohkrebs (*Dikerogammarus villosus*) in geringen Dichten in der Limmat festgestellt. Das Auftreten dieser Art führte z.B. im Hochrhein zu einem deutlichen Rückgang einheimischer Arten, allerdings nicht in dem in der Limmat gefundenen Ausmass. Bis 2020 haben sich die Dichten von *D. villosus* stark erhöht. Neu hinzugekommen ist der ebenfalls invasive *Echinogammarus ischnus*, der an allen Transekten ähnliche Dichten wie *D. villosus* erreichte. Zusammen stellen die beiden Arten, je nach Transekt, bis zu 50% der Gesamt-MZB-Dichte. Spannend ist die erfolgreiche Koexistenz der beiden invasiven und räuberischen Arten. Da *D. villosus* deutlich grösser ist als *E. ischnus* und als aggressiver angesehen wird, muss *E. ischnus* mindestens teilweise eine andere Nische besetzen. Zusammen könnten *D. villosus* und *E. ischnus* einen viel stärkeren Einfluss auf das heimische MZB haben als alleine. Entsprechende Erfahrungen hierzu liegen bisher kaum vor.

Starker Rückgang bei Artenzahl und Besiedlungsdichte

Kombiniertes Auftreten mehrerer invasiver Neozoen möglicherweise Ursache

Neben diesem starken Rückgang gibt es weitere Ergebnisse, die sowohl 2010 als auch 2020 festgestellt wurden. So zeigt der Saprobienindex bei beiden Kampagnen und an allen Transekten eine höhere Nährstoffbelastung (Saprobie: «gut») an als die direkten kantonalen Nährstoffmessungen (Gewässerqualität: «sehr gut»). Auch der mittels Kieselalgen ermittelte und stark auf Saprobie reagierende DI-CH zeigt für die Untersuchungstranekte einen «guten» oder knapp «sehr guten» (Werdhölzli; Li-10) Zustand an [AQUAPLUS 2020]. Die beobachtete starke Algenbildung deutet ebenfalls auf eine gute Nährstoffverfügbarkeit hin.

Die parallel durchgeführte eDNA-Analytik konnte alle Zielarten, die auch mittels MZB-Probenahme gefunden wurden, nachweisen. Diese Zuverlässigkeit ergab sich allerdings erst nach Zusammenfassen der Ergebnisse von vier eDNA-Proben pro Transekt. Ansonsten wäre z.B. *E. ischnus* in «Wettingen» (Li-40) trotz sehr hoher Individuendichte mittels eDNA übersehen worden. Gegenüber der reinen MZB-Probenahme wurden zwei zusätzliche Neozoenarten gefunden, deren eDNA aller Wahrscheinlichkeit nach aus dem Zürichsee (*Limnomysis benedeni*) und kleinen Restvorkommen ausserhalb der Untersuchungstranekte (*Physa acuta/heterostropha*) stammt. Die Verdriftung von eDNA entlang des Flusses zeigte sich gleichzeitig als Vor- und Nachteil: Kleine Vorkommen der Tranekte sind genauso erfassbar wie Bestände in Zuflüssen und/oder oberhalb gelegenen Seen und Staubereichen.

Die vorliegenden Untersuchungen werfen mit dem Befund der stark degradierten MZB-Besiedlung die Frage nach der Ursache auf, sie können aber höchstens teilweise Antworten liefern. Der Rückgang an Biodiversität ist viel stärker als durch natürliche Schwankungen erklärt werden könnte. Auch der Einfluss von Neozoen hat in anderen Fliessgewässern der Schweiz nicht zu einem derartig drastischen MZB-Rückgang wie in der Limmat geführt. Daher wird eine tiefergehende Ursachensuche empfohlen.

5 Literatur

- AQUAPLUS (2020): Biologische Untersuchungen der Limmat 2020 - Fachbericht Äusserer Aspekt und pflanzlicher Bewuchs inkl. Kieselalgen. Bericht im Auftrag der Gewässerschutzfachstellen der Kantone Aargau und Zürich.
- BAFU (1994): Rote Listen der gefährdeten Tierarten in der Schweiz. Bundesamt für Umwelt, Bern.
- BAFU (2002): Rote Liste der gefährdeten Libellen der Schweiz. Bundesamt für Umwelt, Wald und Landschaft, Bern, und Schweizer Zentrum für die Kartographie der Fauna, Neuenburg.
- BAFU (2012): Rote Listen Eintagsfliegen, Steinfliegen, Köcherfliegen - Gefährdete Arten der Schweiz, Stand 2010. Bundesamt für Umwelt, Bern.
- HYDRA (2020): Biologische Untersuchung der Limmat bei Turgi und Wettingen AG - Fachbericht Makrozoobenthos. Bericht im Auftrag des Kantons Aargau.
- HYDRA (2017a): Methode zur Untersuchung und Beurteilung grosser Fliessgewässer Teil 1: Erhebungsmethode Makroinvertebraten Hochrhein. Bericht im Auftrag des Bundesamtes für Umwelt, Bern.
- HYDRA (2017b): Methode zur Untersuchung und Beurteilung grosser Fliessgewässer Teil 2: MSK-Bewertungsmethode Makroinvertebraten in grossen Fliessgewässern; Methode-nevaluation, Konzeptvorschlag. Bericht im Auftrag des Bundesamtes für Umwelt, Bern.
- KIRCHHOFER A., HOPPLER L (2017): Abflussschwankungen in der Limmat - Gewässerökologische Beurteilung & Schadenseinschätzung. Bericht im Auftrag des Department Bau, Verkehr und Umwelt, Kanton Aargau.
- STUCKI P. (2010): Methoden zur Untersuchung und Beurteilung der Fliessgewässer, Makrozoobenthos Stufe F. Bundeamt für Umwelt, Bern.

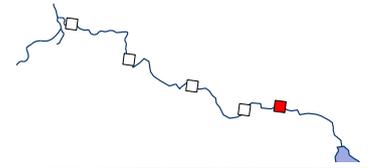
Saprobie leicht erhöht und von starker Algenbildung begleitet

eDNA-Analytik ist auf weniger Zielarten limitiert als MZB-Probenahme; dafür Ergänzung zur Erfassung von kleinen Vorkommen zwischen Untersuchungstranekten

Starker Verlust der Biodiversität verlangt weitere Ursachensuche

Li-10 Werdhölzli

Koordinaten CH1903+: E=2 678 454 / N=1 250 864



Limmat knapp unterhalb der Aue Werdhölzli flussabwärts betrachtet.

Charakterisierung der Probestelle

Der Transekt liegt auf Höhe der Gemeinde Oberengstringen, direkt westlich von Zürich und 200 m flussabwärts der Werdinsel bei der sogenannten «Aue Werdhölzli».

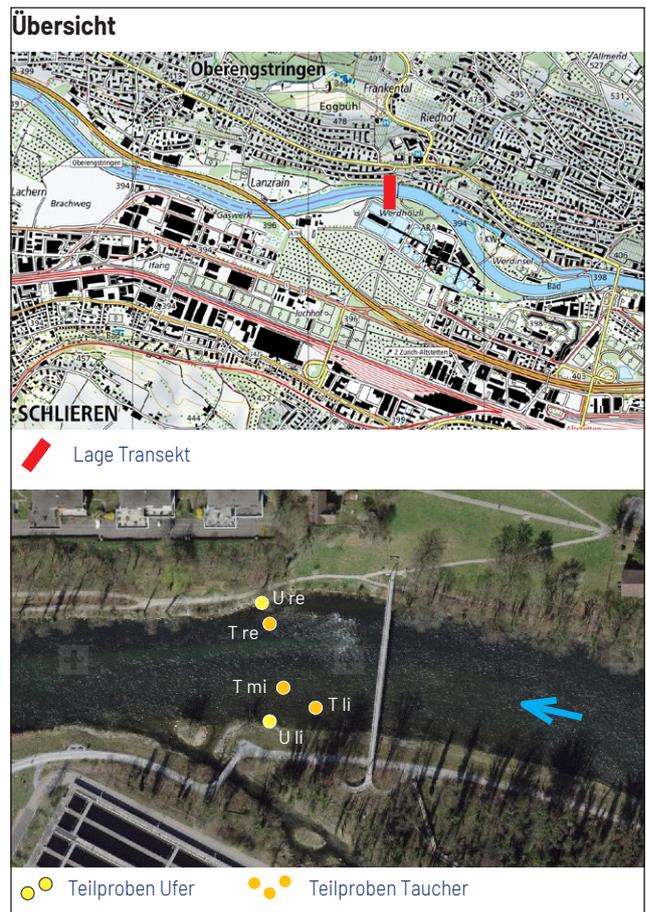
Die Limmat ist grossräumig beeinträchtigt. Der Flusslauf ist reguliert und die Ufer mit Blockwurf befestigt. Der Seeabfluss aus dem Zürichsee in die Limmat wird über das Wehr Drahtschmidli reguliert und führt zu einem meist gleichmässigen Grundabfluss mit nur geringen wetterbedingten Schwankungen in der Limmat.

Lediglich ein 700 m langer Uferabschnitt auf der linken Seite wurde als Flachufer revitalisiert. Beide Ufer werden landseits eines Spazierwegs teilweise von Baumbestand begleitet. Insgesamt liegt der gesamte Abschnitt allerdings im Siedlungsgebiet. An der unteren Grenze des Transekts mündet eine alte Kraftwerksrückleitung in die Limmat und umspült in diesem Bereich flach eine Insel. Etwas weiter flussabwärts mündet die Rückleitung des Klärwerks Werdhölzli in die Limmat.

Das Gerinne ist rund 55 m breit und erreicht auf der rechten Flussseite eine Tiefe von fast 2 m. Die Strömung ist dort auch am stärksten. Die Flusssohle wird überwiegend von Steinen dominiert, lediglich am rechten Ufer gibt es auch vermehrt Blöcke. Der watbare linke Bereich ist stark mit fädigen Algen bewachsen. Im tieferen Bereich war der Bewuchs zwar auch fast flächendeckend, aber meist nur dünn, kaum fädig.

Biologische Besonderheiten

Die MZB-Besiedlung ist mit knapp 4.000 Ind./m² aus 23 Taxa sehr dünn und artenarm. Vor allem Eintags- und Steinfliegenlarven fehlten (fast) völlig. Knapp die Hälfte der gefundenen Tiere sind Neozoen, bei den einheimischen Arten dominieren Chironomiden und einzelne Köcherfliegenarten. Insgesamt kommen viele potamale Arten vor, was auch durch den Seeabfluss bedingt ist.



	Ufer links	Ufer rechts
Wassertiefe	0,25–0,5 m	0,15–0,8 m
Strömung	0–0,6 m/s	0,2–0,7 m/s

	Taucher li	Taucher mi	Taucher re
Wassertiefe	0,8 m	1,5 m	0,5 m
Strömung	0,7 m/s	1,0 m/s	1,2 m/s
Entf. zum Ufer	12 m	24 m	8 m

Umfeld	Uli	Tli	Tmi	Tre	Ure	Erläuterungen
Algenaufwuchs	3	2	2	3	3	ufernah v.a. links fädig
Bewuchs Moose	1	1	1	1	1	vereinzelt Ufer rechts
Bewuchs Makrophyten	1	1	1	1	1	
Trübung	1	1	1	1	1	
Verfärbung	1	1	1	1	1	
Schaum	1				1	
Geruch	1				1	
Eisensulfid	1	1	1	1	1	
Kolmation	1	1	1	1	1	
Feststoffe/Abfälle	1	1	1	2	1	
Hetrotropher Bewuchs	1	1	1	1	1	
Hinterlandnutzung	1				1	
Einleitungen, Einträge	1	1	1	1	1	

Bewuchs/Besiedlung: 1 < 10 % (Bedeckung), 2 = 10-50%, 3 >= 50%
 Restliche Parameter: 1: nicht vorhanden, 2: wenig/mittel, 3: viel/stark

Substrate	Uli	Tli	Tmi	Tre	Ure	Erläuterungen
anstehender Fels						
Blöcke > 200 mm					2	
Steine 63 mm - 200 mm	3	3	3	3	3	
Grobkies 20 mm - 63 mm	2	1	1	1	1	
Mittelkies 6,3 mm - 20 mm	1	1	1	1	1	
Feinkies 2 mm - 6,3 mm	1	1		1	1	
Sand 0,063 mm - 2 mm	1				1	
Schluff < 0,063 mm						
Lehm/Ton						
Muschelschalen, Sinter						
Sonstiges					1	Ufergras

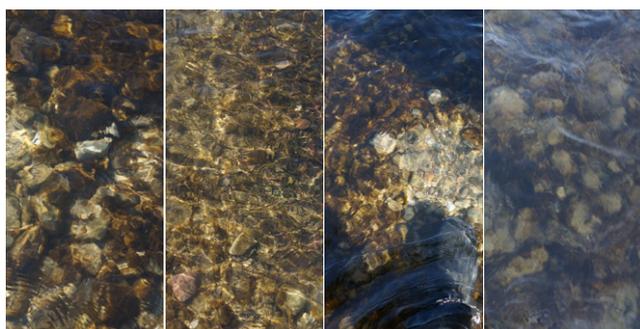
Stufe 1 < 10 % (Bedeckung), Stufe 2 = 10-50%, Stufe 3 >= 50% der Fläche



Als Flachufer revitalisiertes linkes Ufer.



Kleine Insel im Einmündungsbereich des alten Ausleitungskanals.



Durchgehend steiniges und mit Algen überzogenes Substrat an allen vier Teilproben der linken Uferprobe.



Überwiegend steiniges Substrat mit einigen Blöcken und überschwemmtem Gras in einer Teilprobe am rechten Ufer.



Leicht veralgte, steinige Sohle bei der linksseitigen Taucherprobe.



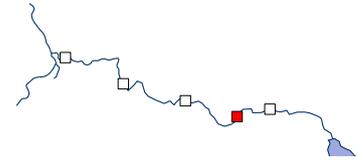
Leicht veralgte, steinige Sohle bei der Taucherprobe Mitte-links.



Veralgte, steinige Sohle bei der rechtsseitigen Taucherprobe.

Li-20 Kloster Fahr

Koordinaten CH1903+: E=2 675 275 / N=1 250 857



Limmat unterhalb des Klosters Fahr vom linken Ufer flussabwärts betrachtet.

Charakterisierung der Probestelle

Der Transekt liegt 500 m flussabwärts des Klosters Fahr in der Nähe der Gemeinde Weinigen und 5 km unterhalb des KW Werdinsel.

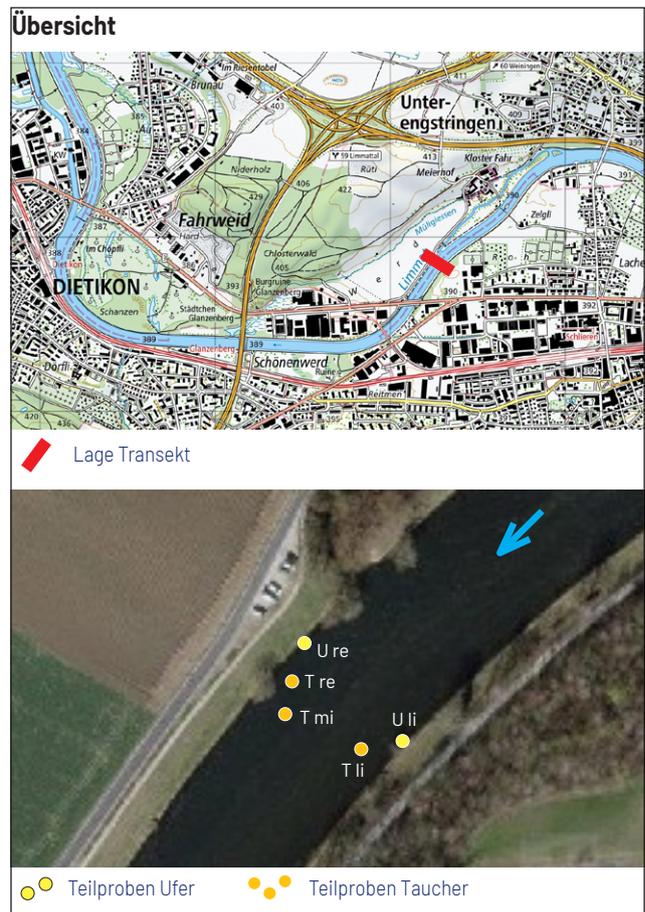
Auch in diesem Bereich ist der Flusslauf reguliert und auf beiden Seiten mit groben Blöcken befestigt. Unter Wasser setzt sich die Uferbefestigung meist fort und reicht bis in ca. 0,5–0,7 m Wassertiefe. Es gibt nur vereinzelte, kleine und flache Buchten, an diesen Stellen wächst teilweise Schilf. Landseitig schliesst sich beidseitig ein 15 m breiter Grünstreifen an, auf den jeweils ein Weg (linkes Ufer) bzw. eine Strasse (linkes Ufer) folgt. Beide Ufer werden ausgiebig von Ausflüglern und Spaziergängern mit Hunden genutzt. Der Abschnitt ist hauptsächlich von Grünland umgeben.

Das Gerinne ist 50 m breit und in der Mitte gut 2,5 m tief. Die Strömung ist trotz des grossen Gewässerquerschnitts relativ hoch – etwas weiter im Gerinne auch schnell reissend. Das Substrat am Ufer besteht aus Blöcken und Steinen, die tiefere Sohle wird von Steinen und Grobkies dominiert. Die Uferbereiche sind stark von fädigen Algen bewachsen. Auf der Sohle kommen ebenfalls fädige Algen vor.

Biologische Besonderheiten

Auch auf Höhe des Klosters Fahr ist die MZB-Besiedlung mit im Mittel knapp unter 3.500 Ind./m² und 26 Taxa sehr gering. Im Vergleich zum Transekt «Werdhölzli» (Li-10) ist der Anteil an Insektenlarven nochmals reduziert und derjenige der invasiven Gammariden höher.

Auch wenn der Anteil potamaler Arten für einen Mittel­landfluss sehr hoch ist, so ist er hier etwas geringer als direkt unterhalb des Seeabflusses. Innerhalb des Transektes wurden auf der Flussole einige grosse Süsswasserschwämme und in Ufernähe das Gelege einer Groppe gefunden.



	Ufer links	Ufer rechts
Wassertiefe	0,05–0,8 m	0,4–0,8 m
Strömung	0,1–1,0 m/s	0,3–0,8 m/s

	Taucher li	Taucher mi	Taucher re
Wassertiefe	0,7 m	2,4 m	0,9 m
Strömung	1,0 m/s	1,2 m/s	1,0 m/s
Entf. zum Ufer	8 m	16 m	6 m

Umfeld	Uli	Tli	Tmi	Tre	Ure	Erläuterungen
Algenaufwuchs	3	2	2	2	3	grosser Teil fädig
Bewuchs Moose	1	1	1	1	1	
Bewuchs Makrophyten	2	1	1	1	1	flutender Hahnenfuss
Trübung	1	1	1	1	1	
Verfärbung	1	1	1	1	1	
Schaum	1				2	
Geruch	1				1	
Eisensulfid	1	1	1	1	2	
Kolmation	2	2	2	2	2	
Feststoffe/Abfälle	1	1	1	1	2	
Hetrotropher Bewuchs	1	1	1	1	1	
Hinterlandnutzung	1				1	
Einleitungen, Einträge	1	1	1	1	1	

Bewuchs/Besiedlung: 1 =< 10 % (Bedeckung), 2 = 10-50%, 3 >= 50%
 Restliche Parameter: 1: nicht vorhanden, 2: wenig/mittel, 3: viel/stark

Substrate	Uli	Tli	Tmi	Tre	Ure	Erläuterungen
anstehender Fels						
Blöcke > 200 mm	3	1		1	2	
Steine 63 mm - 200 mm	2	3	3	3	2	
Grobkies 20 mm - 63 mm		2	2	2		
Mittelkies 6,3 mm - 20 mm		1	1	1	1	
Feinkies 2 mm - 6,3 mm	1	1		1	1	
Sand 0,063 mm - 2 mm	1				1	
Schluff < 0,063 mm						
Lehm/Ton						
Muschelschalen, Sinter						
Sonstiges					1	Schilf

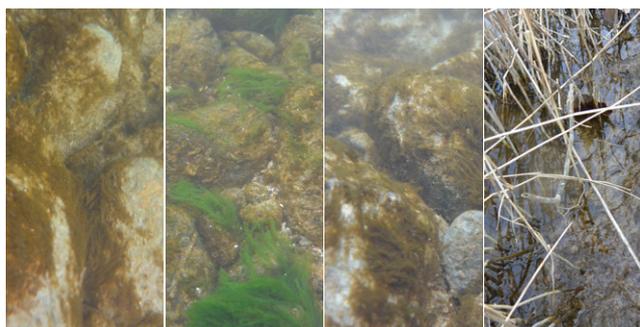
Stufe 1 =< 10 % (Bedeckung), Stufe 2 = 10-50%, Stufe 3 >= 50% der Fläche



Süsswasserschwamm von der tieferen Flusssohle.



Groppengelege unter Stein am linken Ufer.



Überwiegend grobes und stark mit fädigen Algen bewachsenes Substrat am linken Ufer – eine Teilprobe im Schilfgürtel.



Grobes und mit langen fädigen Algen bewachsenes Substrat am rechten Ufer.



Fädig veralgte, steinige Sohle mit einzelnen Blöcken bei der linksseitigen Taucherprobe.



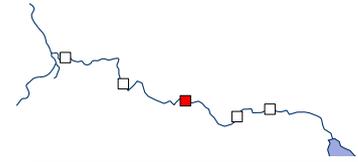
Steinige Sohle bei der Taucherprobe Mitte-rechts mit fädigen Algen.



Fädig veralgte, steinige Sohle mit einzelnen Blöcken bei der rechten Taucherprobe.

Li-30 Oetwil

Koordinaten CH1903+: E=2 671 642 / N=1 253 461



Limmat auf der Höhe von Oetwil flussaufwärts betrachtet.

Charakterisierung der Probestelle

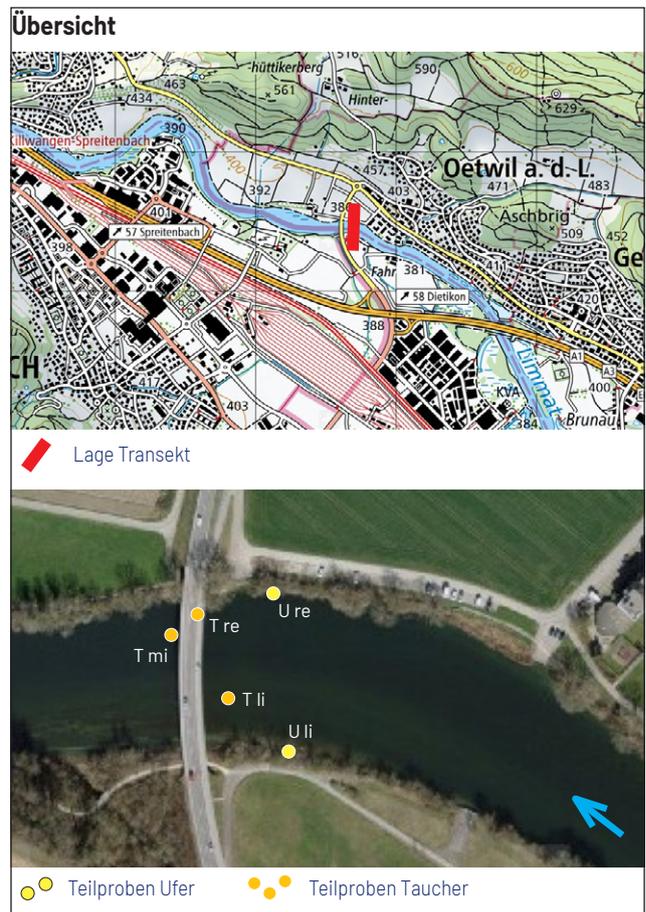
Der Transekt liegt am westlichen Ende der Gemeinde Oetwil, knapp oberhalb der Strassenbrücke nach Dietikon und 3km flussabwärts der Wehranlage Dietikon. Von der Wehranlage bis zum Untersuchungsstandort folgen die ARA Limeco und rechtsufrig eine 300 m lange naturnah gestaltete Flachwasserbucht bei Geroldswil.

Der Flusslauf ist reguliert, im weiteren Bereich gibt es noch eine gewisse Breiten- und Tiefenvariabilität. Die Ufer sind meist mit Blockwurf befestigt, teilweise auch ausschliesslich durch Uferbewuchs. Das linke Ufer ist im Untersuchungsbereich auf einer Länge von 75 m flach, naturnah und mit Schilf bestanden. Hier hat sich ein schmaler, leicht sumpfiger Bereich ausgebildet. Flussauf- und -abwärts davon ist aber auch das linke Ufer befestigt. Im Bereich der Strassenbrücke ist das Ufer mit Betonmauern gesichert. Das rechte Ufer fällt meist steil auf eine Tiefe von rund 1 m ab.

Direkt an der Untersuchungsstelle ist das Gerinne 80 m breit, die Wassertiefe erreicht am Prallhang rechts eine Wassertiefe von 4,5 m. Die Strömung ist aufgrund der hohen Gerinnequerschnittsfläche relativ gering. Am rechten Ufer führt dies zu einer Feinsedimentauflage der steinigen Ufersubstrate und einer teilweise mächtigen Schlammschicht in Tiefen um 1 m. In den flacheren Bereichen sind die Hartsubstrate stark mit fädigen Algen bewachsen, diese fehlen lediglich in über 3,5 m Tiefe weitgehend.

Biologische Besonderheiten

Mit durchschnittlich knapp 2.000 Individuen/m² ist die Besiedlungsdichte die niedrigste aller 2020 untersuchten Transekte. Hier kommen neben den neozoischen Crustaceen und Schnecken fast keine heimischen Arten mehr vor. Am rechten Ufer wurde ein lebender, vermutlich ausgesetzter *Triops*. sp. (Uhrzeitkreb) gefunden.



	Ufer links	Ufer rechts
Wassertiefe	0,15–1,0 m	0,05–0,4 m
Strömung	0,05–0,5 m/s	0,1–0,3 m/s

	Taucher li	Taucher mi	Taucher re
Wassertiefe	1,4 m	4,3 m	1,7 m
Strömung	0,5 m/s	0,5 m/s	0,3 m/s
Entf. zum Ufer	20 m	20 m	8 m

Umfeld	Uli	Tli	Tmi	Tre	Ure	Erläuterungen
Algenaufwuchs	3	2	2	2	3	grosser Teil fädig
Bewuchs Moose	1	1	1	1	1	
Bewuchs Makrophyten	1	1	1	1	1	
Trübung	1	1	1	1	1	
Verfärbung	1	1	1	1	1	
Schaum	1				1	
Geruch	1				1	
Eisensulfid	2	1	1	1	2	
Kolmation	1	1	2	2	1	
Feststoffe/Abfälle	1	1	1	1	2	
Hetrotropher Bewuchs	1	1	1	1	1	
Hinterlandnutzung	1				1	
Einleitungen, Einträge	1	1	1	1	1	

Bewuchs/Besiedlung: 1 =< 10 % (Bedeckung), 2 = 10-50%, 3 >= 50%
 Restliche Parameter: 1: nicht vorhanden, 2: wenig/mittel, 3: viel/stark

Substrate	Uli	Tli	Tmi	Tre	Ure	Erläuterungen
anstehender Fels						
Blöcke > 200 mm			2			
Steine 63 mm - 200 mm	2	3	3	3	2	
Grobkies 20 mm - 63 mm	3	2	1	2	2	
Mittelkies 6,3 mm - 20 mm	1	1		1	1	
Feinkies 2 mm - 6,3 mm	1	1		1	1	
Sand 0,063 mm - 2 mm	1				1	
Schluff < 0,063 mm					2	
Lehm/Ton						
Muschelschalen, Sinter						
Sonstiges		1	1	1		Schalen <i>Corbicula</i>

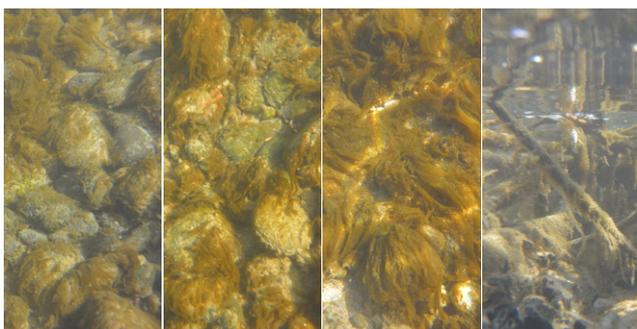
Stufe 1 =< 10 % (Bedeckung), Stufe 2 = 10-50%, Stufe 3 >= 50% der Fläche



Schilfgürtel am linken Flachufer in der Innenkurve.



Teilweise kompletter fester Verbau um die Brücke am rechten Ufer; sonst Ufer grob befestigt.



Steiniges, dicht mit fädigen Algen bewachsenes Substrat am linken Ufer; eine Teilprobe im Schilf.



Teilweise dick mit Feinsediment überzogene Steine und Grobkies am rechten Ufer.



Stark veralgte Sohle mit einzelnen Makrophyten bei der linksseitige Taucherprobe.



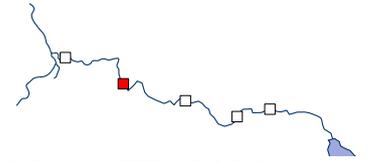
Veralgte, steinige Sohle mit einzelnen Blöcken bei der Taucherprobe Mitte-rechts.



Stark veralgte, steinige Sohle bei der rechtsseitige Taucherprobe.

Li-40 Wettingen

Koordinaten CH1903+: E=2 665 774 / N=1 256 944



Limmat auf der Höhe der Wohnsiedlung «Webermühle» in Wettingen flussabwärts betrachtet.

Charakterisierung der Probestelle

Der Transekt liegt in einem tief eingeschnittenen Flussabschnitt wenige hundert Meter flussabwärts der Rückleitung des Kraftwerks Wettingen der Elektrizitätswerke Zürich (ewz) und des Streifwehrs Damsau.

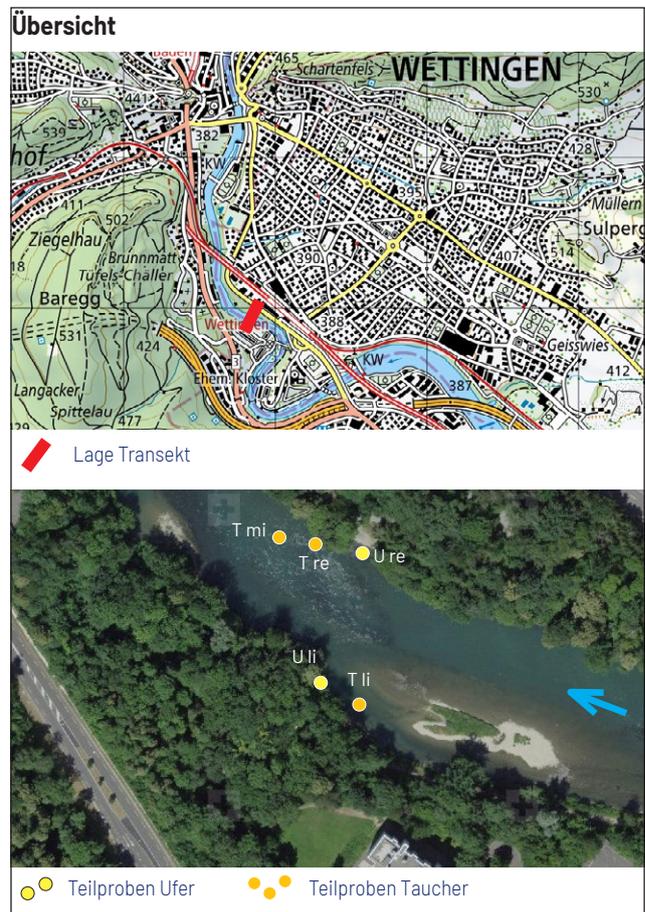
Der Flusslauf ist durch die Tallage natürlich gewunden, beide Ufer sind vor den natürlichen Steilwänden abschnittsweise vorgeschüttet und befestigt. Das linke Ufer ist unterhalb der Siedlung Webermühle als unbefestigtes Abbruchufer ausgebildet, dem ein breiter Flachwasserbereich mit Inseln vorgelagert ist. Oberhalb des Untersuchungsbereichs, auf Höhe der Siedlung Webermühle, wird der linke Uferbereich von einem durch im Fluss stehende Betonmauern begrenzten Platz eingenommen, der auch zum Grillen genutzt wird. Insgesamt ist der Freizeitdruck vor allem auf die strukturell diversen, naturnahen Bereiche durch Badegäste und im flachen Wasser spielende Kinder sehr hoch.

Das Gerinne ist 60m breit, die Strömung in weiten Bereichen sehr stark, die flachen linken Uferbereiche weisen allerdings teilweise fast stehendes Wasser auf.

Das Substrat ist überwiegend steinig, mit ufernahen Blöcken und Kiesanteilen an der Sohle. Der fädige Algenbewuchs ist bis auf die tiefe Sohle stark ausgeprägt.

Biologische Besonderheiten

Der Vergleich mit der Untersuchung 2010 zeigt eine Reduktion von Individuendichte und Artenzahl auf im Mittel knapp ein Drittel. 2010 kam neben den damaligen Chironomiden noch eine diverse MZB-Gemeinschaft vor. Der Verlust betrifft vor allem Wasserinsekten, Mollusken und Oligochaeten. Der neozoische *Dikerogammarus villosus* hat seitdem dagegen stark zugenommen. Der 2010 noch nicht vertretene invasive *Echinogammarus ischnus* war 2020 die häufigste Art. Insgesamt machen Nezoen ein Drittel der Besiedlungsichte aus.



	Ufer links	Ufer rechts
Wassertiefe	0,2-1,0 m	0,2-0,6 m
Strömung	0,1-0,6 m/s	0,1-0,7 m/s

	Taucher li	Taucher mi	Taucher re
Wassertiefe	1,5 m	1,8 m	1,0 m
Strömung	0,5 m/s	1,2 m/s	0,8 m/s
Entf. zum Ufer	7 m	19 m	13 m

Umfeld	Uli	Tli	Tmi	Tre	Ure	Erläuterungen
Algenaufwuchs	3	2	2	2	3	grosser Teil fädig
Bewuchs Moose	1	1	1	1	2	
Bewuchs Makrophyten	1	1	1	1	1	
Trübung	1	1	1	1	1	
Verfärbung	1	1	1	1	1	
Schaum	1				1	
Geruch	1				1	
Eisensulfid	2	1	1	1	2	
Kolmation	1	1	1	1	1	
Feststoffe/Abfälle	2	1	1	1	1	
Hetrotropher Bewuchs	1	1	1	1	1	
Hinterlandnutzung	1				1	
Einleitungen, Einträge	1	1	1	1	1	

Bewuchs/Besiedlung: 1 =< 10 % (Bedeckung), 2 = 10-50%, 3 >= 50%
 Restliche Parameter: 1: nicht vorhanden, 2: wenig/mittel, 3: viel/stark

Substrate	Uli	Tli	Tmi	Tre	Ure	Erläuterungen
anstehender Fels						
Blöcke > 200 mm	2		1		2	
Steine 63 mm - 200 mm	2	2	2	2	2	
Grobkies 20 mm - 63 mm	2	2	2	2	2	
Mittelkies 6,3 mm - 20 mm	1	2	1	2	2	
Feinkies 2 mm - 6,3 mm	1	1		1	1	
Sand 0,063 mm - 2 mm	1				1	
Schluff < 0,063 mm						
Lehm/Ton						
Muschelschalen, Sinter						
Sonstiges						

Stufe 1 =< 10 % (Bedeckung), Stufe 2 = 10-50%, Stufe 3 >= 50% der Fläche



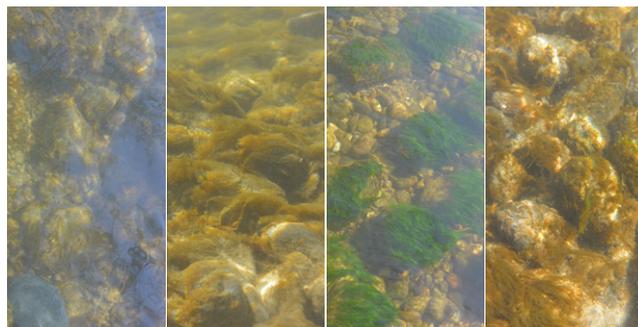
Grossflächige Flachwasserbereiche am linken Ufer knapp unterhalb des Lagerplatzes zur Wohnsiedlung Webermühle.



Wohnanlage Webermühle mit direkt am Limmatufer gelegenen Grill- und Badeplätzen führt zu erhöhtem Freizeitdruck.



Sehr stark mit fädigen Algen bewachsenes diverses Substrat am linken Ufer.



Sehr stark mit fädigen Algen bewachsenes, steiniges Substrat am rechten Ufer.



Veralgte, steinige Sohle bei der linksseitigen Taucherprobe.



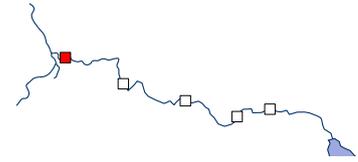
Steinige, kaum veralgte Sohle bei der Taucherprobe Mitte-rechts.



Stark veralgte, steinige Sohle bei der rechtsseitigen Taucherprobe.

Li-50 Turgi

Koordinaten CH1903+: E=2 661 243 / N=1 260 823



Limmat von der Strassenbrücke zwischen Turgi und dem Industriegebiet Untersiggenthal flussabwärts betrachtet.

Charakterisierung der Probestelle

Der Transekt liegt 1,8 km flussaufwärts der Einmündung der Limmat in die Aare und 100 m unterhalb der Rückleitung des Kraftwerks Turgi. Der Abfluss ist freifliessend, das weiter flussabwärts gelegene Streichwehr bei Vogelsang staut nicht bis zur Probestelle zurück.

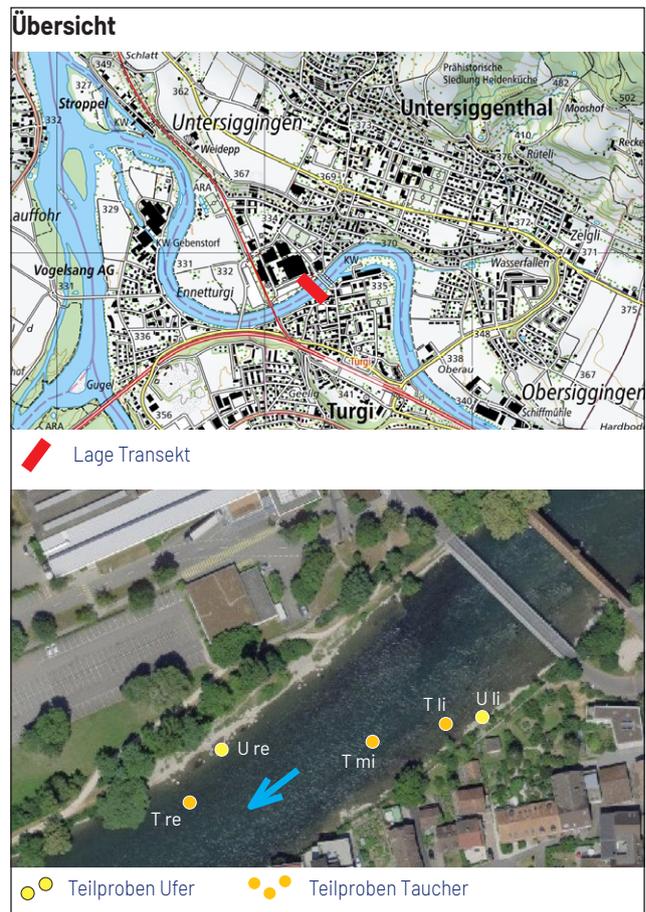
Der Flusslauf folgt noch den ursprünglichen Schlingen des Hauptlaufs. Das linke Ufer ist mit Mauern und Blockwurf verbaut, das rechte Ufer im Untersuchungsperimeter auf einer Länge von knapp 100 m vor wenigen Jahren zu einem mit zahlreichen Störelementen ausgestatteten Flachufer revitalisiert. Landseitig des beidseitigen schmalen Grünstreifens folgen Siedlungsbereich oder Industrieanlagen.

Das Gerinne ist 55m breit und über einen grossen Teil der Breite stark überströmt. Lediglich schmale Randbereiche und der Revitalisierungsbereich bieten auch ruhigere Bereiche. Das vorherrschende Sohlsubstrat ist das gröbste im gesamten Limmatverlauf, sogar in der mittleren Tauchprobe ist ein hoher Anteil von Blöcken und grossen Steinen zu finden. Dies deutet auf ein Defizit des Geschieberegimes hin. Das ufernahe Substrat ist stark mit fädigen Algen bewachsen, die tiefere Sohle weniger.

Biologische Besonderheiten

Auch in Turgi ist ein massiver Rückgang der Gesamtbesiedlung gegenüber 2010 festzustellen. Hier macht allein der invasive *Dikerogammarus villosus* fast die Hälfte der Gesamtbesiedlung aus, *Echinogammarus ischnus* kommt hier dagegen deutlich seltener vor.

Im Flachwasserbereich der Revitalisierung am rechten Ufer wachsen vereinzelt flache, aber dichte Bestände des Tausendblatts (*Myriophyllum* sp.).



	Ufer links	Ufer rechts
Wassertiefe	0,15–0,8 m	0,15–0,7 m
Strömung	0–1,0 m/s	0–0,4 m/s

	Taucher li	Taucher mi	Taucher re
Wassertiefe	0,5 m	0,8 m	1,1 m
Strömung	1,0 m/s	1,6 m/s	1,0 m/s
Entf. zum Ufer	10 m	18 m	14 m

Umfeld	Uli	Tli	Tmi	Tre	Ure	Erläuterungen
Algenaufwuchs	3	2	2	2	3	grosser Teil fädig
Bewuchs Moose	2	1	1	1	2	Moos, <i>Myriophyllum</i>
Bewuchs Makrophyten	1	1	1	1	1	
Trübung	1	1	1	1	1	
Verfärbung	1	1	1	1	1	
Schaum	1				2	
Geruch	1				1	
Eisensulfid	2	1	1	1	2	
Kolmation	1	1	1	1	1	
Feststoffe/Abfälle	1	1	1	1	1	
Hetrotropher Bewuchs	1	1	1	1	1	
Hinterlandnutzung	1				1	
Einleitungen, Einträge	1	1	1	1	1	

Bewuchs/Besiedlung: 1 =< 10 % (Bedeckung), 2 = 10-50%, 3 >= 50%
 Restliche Parameter: 1: nicht vorhanden, 2: wenig/mittel, 3: viel/stark

Substrate	Uli	Tli	Tmi	Tre	Ure	Erläuterungen
anstehender Fels						
Blöcke > 200 mm	2	1	2	2	2	
Steine 63 mm - 200 mm	2	2	2	2	2	
Grobkies 20 mm - 63 mm	2	2	2	2	2	
Mittelkies 6,3 mm - 20 mm	1	1	1	1	1	
Feinkies 2 mm - 6,3 mm	1				1	
Sand 0,063 mm - 2 mm	1					
Schluff < 0,063 mm						
Lehm/Ton						
Muschelschalen, Sinter						
Sonstiges	1					Gras

Stufe 1 =< 10 % (Bedeckung), Stufe 2 = 10-50%, Stufe 3 >= 50% der Fläche



Als Flachufer mit Störsteinen im Flachwasser ausgestattete 100 m lange Revitalisierung am rechten Ufer.



Monotones, befestigtes Ufer direkt unterhalb der Revitalisierung am rechten Ufer.



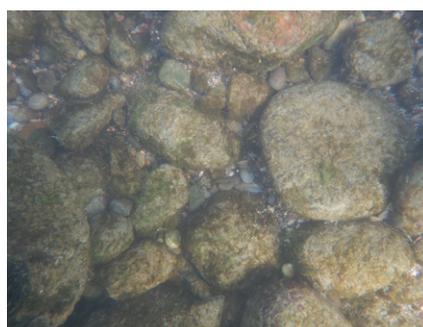
Steinig-kiesiges, teils blockiges und mit fädigen Algen bewachsenes Substrat am linken Ufer; eine Teilprobe mit überschwemmtem Gras.



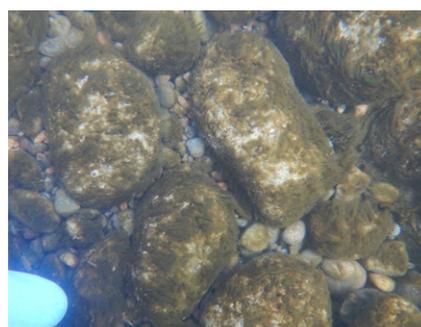
Steinig-kiesiges, teils blockiges und mit fädigen Algen bewachsenes Substrat am rechten Ufer.



Veralgte, steinige Sohle bei der linksseitige Taucherprobe.



Steinige Sohle mit teilweise Blöcken bei der Taucherprobe Mitte-rechts.



Stark veralgte, steinige Sohle bei der rechtsseitigen Taucherprobe.

Taxaliste Mittelwerte Transekt

	Li-10 Werdhözli	Li-20 Kloster Fahr	Li-30 Oetwil	Li-40 Wettingen	Li-50 Turgi
mittlere Dichten über ganzen Transekt [Individuen/m ²]					
Porifera					
		X			
Nemathelminthes					
Nematoda Gen. sp.	1	2		14	13
Bivalvia					
<i>Corbicula fluminea</i>	10	73	68	29	27
<i>Dreissena polymorpha</i>	188	56	4	19	
<i>Pisidium amnicum</i>			3		
Gastropoda					
<i>Ancylus fluviatilis</i>	9	109	165	90	83
<i>Bithynia tentaculata</i>	4				
<i>Potamopyrgus antipodarum</i>	6		5	2	4
<i>Radix balthica</i>	2	2			1
<i>Valvata piscinalis</i>	1				
Oligochaeta					
<i>Oligochaeta</i> Gen. sp.	7	1	2	1	1
<i>Branchiura sowerbyi</i>			9	1	
<i>Eiseniella tetraedra</i>	13	3			86
<i>Stylodrilus heringianus</i>	1	4	1	1	3
<i>Stylodrilus</i> sp.	4	4	2	2	4
<i>Tubificidae/Naididae</i> Gen. sp.	3	1	35	47	8
Hirudinea					
<i>Dina punctata</i>	3	1	10	7	2
Crustacea					
<i>Dikerogammarus villosus</i>	187	626	531	304	1369
<i>Echinogammarus ischnus</i>	884	752	627	713	28
<i>Jaera istri</i>	386	267	239	116	102
<i>Triops</i> sp.			1		
Insecta					
Ephemeroptera					
<i>Baetis vardarensis</i>	2				
<i>Caenis macrura</i>			1		
<i>Heptagenia sulphurea</i>		1		4	
<i>Potamanthus luteus</i>			1		
Odonata					
<i>Gomphus vulgatissimus</i>			1		
<i>Onychogomphus forcipatus</i>				1	
Coleoptera					
<i>Limnius volckmari/muelleri</i> Lv		1			
<i>Stenelmis canaliculata</i> Lv	2	2	1		

1-10
11-20
21-50
51-200
201-500
501-1000
> 1'000
>10'000

	Li-10 Werdhözli	Li-20 Kloster Fahr	Li-30 Oetwil	Li-40 Wettingen	Li-50 Turgi
mittlere Dichten über ganzen Transekt [Individuen/m ²]					
Trichoptera					
<i>Cheumatopsyche lepida</i>	97	3		1	42
<i>Halesus cf. digitatus</i>	1				
<i>Halesus sp.</i>		1			
<i>Hydropsyche incognita</i>	90	16		4	4
<i>Hydropsyche pellucidula</i> -Gr.	125	12			
<i>Hydropsyche siltalai</i>					13
<i>Hydropsyche sp.</i>	73	12		3	5
<i>Hydroptila sp.</i>		1			5
<i>Limnephilus lunatus</i>			1		1
<i>Limnephilus lunatus/germanus</i>		1	1		4
<i>Psychomyia pusilla</i>	252	201		8	40
<i>Rhyacophila sensu stricto</i>	1				8
Diptera					
Chironomidae					
Chironomini			4		1
<i>Chironomus obtusidens</i> - Gr.			1	1	
<i>Chironomus riparius</i> - Gr.			3		
Diamesinae	232	232	62	530	646
<i>Microtendipes pedellus/chloris</i> - Gr.			4	2	
Orthoclaadiinae	1293	1097	81	1374	708
<i>Prodiamesa olivacea</i>			6		
Tanypodinae			2		
Tanytarsini				1	1
<i>Antocha sp.</i>	4	5			58
<i>Hemerodromia sp.</i>	1				
<i>Simulium sp. Lv</i>	58	10		25	

Häufigkeitsklasse	1-10
	11-20
	21-50
	51-200
	201-500
	501-1000
	> 1'000
	>10'000

Taxaliste Einzelproben

Transekt	Li-10 Werdhölzli					Li-20 Kloster Fahr				
	Ufer links	Taucher links	Taucher Mitte	Taucher rechts	Ufer rechts	Ufer links	Taucher links	Taucher Mitte	Taucher rechts	Ufer rechts
Probe innerhalb Transekt	Individuen pro m ²									
Porifera										
								X		
Nemathelminthes										
Nematoda Gen. sp.	0	0	0	5	0	0	0	0	0	8
Bivalvia										
<i>Corbicula fluminea</i>	8	10	19	0	12	68	29	0	5	236
<i>Dreissena polymorpha</i>	44	176	214	486	68	144	19	29	48	28
<i>Pisidium amnicum</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Gastropoda										
<i>Ancylus fluviatilis</i>	0	0	19	24	4	36	0	67	243	196
<i>Bithynia tentaculata</i>	4	0	10	0	4	0	0	0	0	0
<i>Potamopyrgus antipodarum</i>	0	0	29	0	4	0	0	0	0	0
<i>Radix balthica</i>	0	0	0	0	8	0	0	0	0	8
<i>Valvata piscinalis</i>	0	0	0	0	4	0	0	0	0	0
Oligochaeta										
<i>Oligochaeta</i> Gen. sp.	0	0	14	0	20	4	0	0	0	0
<i>Branchiura sowerbyi</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Eiseniella tetraedra</i>	16	19	10	0	20	4	5	0	0	4
<i>Stylodrilus heringianus</i>	0	5	0	0	0	0	5	0	5	8
<i>Stylodrilus</i> sp.	0	10	10	0	0	0	14	0	5	4
<i>Tubificidae/Naididae</i> Gen. sp.	0	0	0	5	8	0	0	0	0	4
Hirudinea										
<i>Dina punctata</i>	4	0	0	10	0	0	0	0	0	4
Crustacea										
<i>Dikerogammarus villosus</i>	128	76	329	367	68	464	1619	133	214	712
<i>Echinogammarus ischnus</i>	824	667	1929	338	708	196	1400	757	257	1176
<i>Jaera istri</i>	204	781	629	214	176	104	910	10	81	264
<i>Triops</i> sp.	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Insecta										
Ephemeroptera										
<i>Baetis vardarensis</i>	0	10	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Caenis macrura</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Heptagenia sulphurea</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	5	0
<i>Potamanthus luteus</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Odonata										
<i>Gomphus vulgatissimus</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Onychogomphus forcipatus</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Coleoptera										
<i>Limnius volckmari/muelleri</i> Lv	0	0	0	0	0	0	0	0	5	0
<i>Stenelmis canaliculata</i> Lv	0	0	5	0	4	0	0	0	10	0
Trichoptera										
<i>Cheumatopsyche lepida</i>	48	343	90	24	8	8	0	5	0	0
<i>Halesus cf. digitatus</i>	0	0	0	0	4	0	0	0	0	0
<i>Halesus</i> sp.	0	0	0	0	0	4	0	0	0	0
<i>Hydropsyche incognita</i>	8	248	129	90	8	36	10	5	19	8
<i>Hydropsyche pellucidula</i> -Gr.	0	576	95	0	0	52	0	0	0	0
<i>Hydropsyche siltalai</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Hydropsyche</i> sp.	4	276	81	29	4	24	0	14	14	4
<i>Hydroptila</i> sp.	0	0	0	0	0	0	5	0	0	0
<i>Limnephilus lunatus</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Limnephilus lunatus/germanus</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	4
<i>Psychomyia pusilla</i>	4	1029	148	171	4	32	329	548	114	44
<i>Rhyacophila sensu stricto</i>	4	0	0	0	0	0	0	0	0	0

Transekt	Li-10 Werdhölzli					Li-20 Kloster Fahr				
Probe innerhalb Transekt	Ufer links	Taucher links	Taucher Mitte	Taucher rechts	Ufer rechts	Ufer links	Taucher links	Taucher Mitte	Taucher rechts	Ufer rechts
	Individuen pro m ²									
Diptera										
Chironomini	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Chironomus obtusidens</i> - Gr.	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Chironomus riparius</i> - Gr.	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Diamesinae	88	43	143	271	576	100	514	33	143	368
<i>Microtendipes pedellus/chloris</i> - Gr.	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Orthoclaadiinae	480	3095	1333	1571	324	308	2729	2048	267	416
<i>Prodiamesa olivacea</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Tanypodinae	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Tanytarsini	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Antocha</i> sp.	0	5	5	0	8	4	10	0	10	4
<i>Hemerodromia</i> sp.	0	5	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Simulium</i> sp. Lv	4	305	0	0	0	0	48	5	0	0

Transekt	Li-30 Oetwil a. d. Limmat					Li-40 Wettingen					Li-50 Turgi				
	Ufer links	Taucher links	Taucher Mitte	Taucher rechts	Ufer rechts	Ufer links	Taucher links	Taucher Mitte	Taucher rechts	Ufer rechts	Ufer links	Taucher links	Taucher Mitte	Taucher rechts	Ufer rechts
Bezeichnung	Individuen pro m ²														
Porifera															
Nemathelminthes															
Nematoda Gen. sp.	0	0	0	0	0	0	19	29	29	0	12	33	0	24	0
Bivalvia															
<i>Corbicula fluminea</i>	52	33	233	33	4	84	5	10	19	20	28	14	76	10	12
<i>Dreissena polymorpha</i>	4	0	5	10	0	44	38	5	0	4	0	0	0	0	0
<i>Pisidium amnicum</i>	0	0	0	0	12	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Gastropoda															
<i>Ancylus fluviatilis</i>	328	29	124	343	4	16	362	14	0	76	96	176	57	0	84
<i>Bithynia tentaculata</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Potamopyrgus antipodarum</i>	0	24	5	0	0	0	5	5	0	0	16	0	0	0	4
<i>Radix balthica</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	4
<i>Valvata piscinalis</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Oligochaeta															
<i>Oligochaeta</i> Gen. sp.	0	10	0	0	0	0	0	0	0	4	0	0	0	5	0
<i>Branchiura sowerbyi</i>	24	0	0	0	16	4	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Eiseniella tetraedra</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	84	262	90	10	0
<i>Stylodrilus heringianus</i>	0	5	0	0	0	0	0	0	0	4	4	0	0	10	0
<i>Stylodrilus</i> sp.	0	0	10	0	0	0	0	0	10	0	4	10	0	5	0
<i>Tubificidae/Naididae</i> Gen. sp.	96	67	10	0	0	36	57	0	129	20	20	14	0	0	4
Hirudinea															
<i>Dina punctata</i>	0	33	14	5	0	28	0	0	5	0	4	5	0	0	0
Crustacea															
<i>Dikergammarus villosus</i>	624	1719	233	148	12	216	281	195	805	84	832	1290	1000	1857	1872
<i>Echinogammarus ischnus</i>	400	1171	1476	252	0	480	633	548	1876	176	20	43	5	43	32
<i>Jaera istri</i>	176	829	0	248	0	20	29	29	533	8	16	190	133	205	0
<i>Triops</i> sp.	0	0	0	0	4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Insecta															
Ephemeroptera															
<i>Baetis vardarensis</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Caenis macrura</i>	0	0	0	5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Heptagenia sulphurea</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	20	0	0	0	0	0
<i>Potamanthus luteus</i>	0	5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Odonata															
<i>Gomphus vulgatissimus</i>	0	0	0	0	4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Onychogomphus forcipatus</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	4	0	0	0	0	0
Coleoptera															
<i>Limnius volckmari/muelleri</i> Lv	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Stenelmis canaliculata</i> Lv	4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Trichoptera															
<i>Cheumatopsyche lepida</i>	0	0	0	0	0	4	0	0	0	0	0	43	181	0	0
<i>Halesus</i> cf. <i>digitatus</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Halesus</i> sp.	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Hydropsyche incognita</i>	0	0	0	0	0	0	0	5	14	4	0	14	0	10	0
<i>Hydropsyche pellucidula</i> -Gr.	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Hydropsyche siltalai</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	14	57	0	0
<i>Hydropsyche</i> sp.	0	0	0	0	0	0	0	0	10	4	0	19	5	5	0
<i>Hydroptila</i> sp.	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	10	19	0	0
<i>Limnephilus lunatus</i>	4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	4
<i>Limnephilus lunatus/germanus</i>	0	5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	20
<i>Psychomyia pusilla</i>	0	0	0	0	0	4	0	24	14	0	0	171	33	10	0
<i>Rhyacophila sensu stricto</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	19	24	0	0

Transekt	Li-30 Oetwil a. d. Limmat					Li-40 Wettingen					Li-50 Turgi				
Bezeichnung	Ufer links	Taucher links	Taucher Mitte	Taucher rechts	Ufer rechts	Ufer links	Taucher links	Taucher Mitte	Taucher rechts	Ufer rechts	Ufer links	Taucher links	Taucher Mitte	Taucher rechts	Ufer rechts
Individuen pro m ²															
Diptera															
Chironomini	16	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	4
<i>Chironomus obtusidens</i> - Gr.	0	0	0	0	4	0	0	0	5	0	0	0	0	0	0
<i>Chironomus riparius</i> - Gr.	0	0	0	0	12	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Diamesinae	88	81	81	62	4	188	357	1510	576	156	280	1195	1133	557	216
<i>Microtendipes pedellus/chloris</i> - Gr.	0	0	0	0	20	0	5	0	5	0	0	0	0	0	0
Orthoclaadiinae	68	219	52	76	8	200	838	4781	971	476	260	1467	1305	586	120
<i>Prodiamesa olivacea</i>	16	0	0	0	12	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Tanypodinae	4	0	0	0	4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Tanytarsini	0	0	0	0	0	0	0	0	0	4	4	0	0	0	0
<i>Antocha</i> sp.	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	8	214	90	0	0
<i>Hemerodromia</i> sp.	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Simulium</i> sp. Lv	0	0	0	0	0	0	14	76	5	32	0	0	0	0	0

