

## Diplomarbeit 2019/20

# Auswirkungen der Naarnrestrukturierungen und der Verbreitung des Wasserhahnenfußes auf Makrozoobenthos, Signalkrebse und Libellen

**Fachrichtung:**

Umwelt und Wirtschaft

**Projektpartner:**

Land Oberösterreich, Abteilung Wasserwirtschaft  
Kärntnerstraße 10-12  
4021 Linz

**VerfasserIn:**

Markus, Grammer, 5AUW, Katalognummer 8  
Thomas, Petz, 5AUW, Katalognummer 19  
Günther, Steinkellner, 5AUW, Katalognummer 24

**BetreuerInnen:**

DI Dr., Martina, Schmidthaler, Angewandte Biologie und ökologische Umweltanalytik  
DI Dr., Angelika, Pfeifer, Angewandte Chemie, chemische Umweltanalytik

## EIDESSTÄTTLICHE ERKLÄRUNG

Ich erkläre an Eides statt, dass ich die vorliegende  
Diplomarbeit selbständig und ohne fremde Hilfe  
verfasst, andere als die angegebenen Quellen und  
Hilfsmittel nicht benutzt und die den benutzten  
Quellen wörtlich und inhaltlich entnommenen  
Stellen als solche erkenntlich gemacht habe.

Yspertal, am 25.02.2020

Verfasser: Markus Grammer,

## EIDESSTÄTTLICHE ERKLÄRUNG

Ich erkläre an Eides statt, dass ich die vorliegende  
Diplomarbeit selbständig und ohne fremde Hilfe  
verfasst, andere als die angegebenen Quellen und  
Hilfsmittel nicht benutzt und die den benutzten  
Quellen wörtlich und inhaltlich entnommenen  
Stellen als solche erkenntlich gemacht habe.

Yspertal, am 25.02.2020

Verfasser: Thomas Petz,

## EIDESSTÄTTLICHE ERKLÄRUNG

Ich erkläre an Eides statt, dass ich die vorliegende  
Diplomarbeit selbständig und ohne fremde Hilfe  
verfasst, andere als die angegebenen Quellen und  
Hilfsmittel nicht benutzt und die den benutzten  
Quellen wörtlich und inhaltlich entnommenen  
Stellen als solche erkenntlich gemacht habe.

Yspertal, am 25.02.2020

Verfasser: Günther Steinkellner,

# Zusammenfassung

Die vorliegende Diplomarbeit soll Restrukturierungsmaßnahmen im Epipotamal der Naarn auf zoologischer und chemischer Ebene bewerten und deren ökologische Wirksamkeit evaluieren. Dazu werden die Artenvielfalt bei Libellen und deren Verhalten beobachtet und ausgewertet, weiters die Artenvielfalt und die Verteilung des Makrozoobenthos sowie die Flusskrebspopulation erhoben. Ebenfalls wird ein Augenmerk auf Hydrophyten, hier insbesondere auf den Pinselblatt-Hahnenfuß, gelegt.

Für das Land OÖ sind diese Ergebnisse von Bedeutung, um Projekte wie die bereits geschaffenen Restrukturierungen, die im Zeitraum 2005 bis 2017 angelegt wurden, zu bewerten. Es wird ersichtlich, wie wirksam die Maßnahmen tatsächlich sind. Die fünf Restrukturierungen zwischen Perg und der Mündung des Flusses in die Donau sollen sich positiv auf die aquatische Lebensgemeinschaft auswirken und dadurch die Gewässergüte verbessern.

Diese Arbeit baut auf der Diplomarbeit von J. Hercog, F. Winkler und D. Pillenbauer auf, die im Jahr 2017 eine ökologisch, chemische Untersuchung durchführten. In der Folge wurde 2018 durch Univ.-Doz. Dr. Chovanec eine Libellen-ökologische Untersuchung, mit dem Ziel die Wirksamkeit von Restrukturierungen festzustellen, durchgeführt.

Um zwischen den Tiergruppen Unterschiede feststellen zu können, werden sechs repräsentative Probenstellen an der Naarn festgelegt. Diese sollen alle möglichen Varianten von Hydrophyten-Bewuchs und Restrukturierungen widerspiegeln. So wird bei den Libellen die Güte der Artenvielfalt mittels Odonata-Fließgewässer-Zonations-Index bestimmt und die Probenstellen untereinander mit deren unterschiedlichen Beschaffenheit verglichen. Das Verhalten von Prachtlibellen soll ebenfalls Aufschluss geben, wie förderlich Restrukturierungen und Hydrophyten für das Leben von Libellen sind.

Die Artenvielfaltserhebungen der Libellen, welche auf einen insgesamt guten ökologischen Zustand des Gewässers schließen lassen, zeigen die Wirksamkeit der Strukturevielfalt im Gewässer. Bei den Verhaltensforschungen an Prachtlibellen hingegen wird klar ersichtlich, dass sich Hydrophyten maßgeblich stärker auf das Reproduktionsverhalten dieser zwei Arten auswirken, als die Restrukturierungen innerhalb des Biotops.

Um die Artenvielfalt des Makrozoobenthos zu bestimmen, werden mittels Kicksampling und gezielter Sammlung von Individuen an Steinen, Wurzeln etc. Makrozoobenthen entnommen. Diese werden anschließend mithilfe eines Mikroskops und bestimmt. Zudem wurden die Ernährungstypen bestimmt, um Hinweis auf das Ökosystem insbesondere der Nahrungskette zu erhalten.

An den Probenstellen werden in Kehrwasserbereichen Reusen ausgelegt und an möglichen Stellen, händisch und mit der Angel, Krebse gefangen. Das Gewicht, die Größe, das Geschlecht und etwaige Verletzungen werden zusätzlich erfasst.

Aufgrund des geringen Fangergebnisses ergibt sich kein Hinweis auf die bevorzugten Lebensräume von Signalkrebsen an der Naarn. Die Fangergebnisse vor und nach dem Untersuchungsgebiet zeigen, dass möglicherweise die zu hohe Temperatur für die geringe Abundanz verantwortlich gemacht werden kann. In der Diplomarbeit „Diplo“ konnte festgemacht werden, dass Signalkrebse bei einer rasanten Temperaturerhöhung auf 24 °C eine Mortalität von 100 % aufweisen. Die Messstelle Haid des Landes Oberösterreich hat diese Grenze im Sommer 2019 nur für einige Stunden erreicht und überschritten. In der Arbeit „“ wird jedoch gezeigt, dass Signalkrebse bei Akklimatisierung an höhere Temperaturen bis zu 34 °C widerstehen können. Im Tag-Nacht-Intervall weist die Messstelle Haid Temperaturschwankung von bis 5 °C auf. Weitere Untersuchungen wären gerechtfertigt, um zu zeigen, ob tatsächlich schon, bei einer Höchsttemperatur von 24 °C und einer circadianen Schwankungsbreite von 5 °C, bereits Signalkrebse absterben.

Außerdem werden im zweiwöchigen Intervall vor Ort Sauerstoffgehalt, Leitfähigkeit, pH-Wert, Temperatur und Witterung erfasst. Wasserproben werden im Labor untersucht, um Nitrat, Ammonium und Phosphat zu bestimmen. Quer zur Strömungsrichtung wird an repräsentativen Stellen die Strömungsgeschwindigkeit mittels hydrometrischem Flügel gemessen und die Werte gemittelt, um Aussagen über äußere Einflüsse zu erhalten.

Die chemischen und physikalischen Parameter zeigen keine Werte, die außerhalb der Grenzwerte liegen und sind somit nicht akut gefährdend für die untersuchten Tiergruppen. Dennoch können Parallelen zu den zoologischen Untersuchungen festgemacht werden, wie zum Beispiel der basische pH-Wert, der das Auftreten des Wasserhahnenfußes begünstigt. Dieser wiederum benötigt die Nährstoffe in Form von Stickstoffverbindungen die auch den pH-Wert erhöhen. Der Pinselblättrige-Wasserhahnenfuß stellt, wie im Zuge der Arbeit festgestellt, eine Lebensgrundlage für einige Wasserinsekten dar, so auch für Prachtlibellen, deren Larven als

Räuber im Schutz des Wasserhahnenfußes auf Beutefang gehen bzw. überhaupt dieses Habitat als Lebensraum nutzen.

## Inhaltsverzeichnis

Zusammenfassung.....	3
<b>Einleitung .....</b>	<b>7</b>
<b>theoretische und fachpraktische Auseinandersetzung mit Grundlagen und Methoden .....</b>	<b>9</b>
Libellen .....	9
Makrozoobenthos .....	17
Signalkrebse.....	24
Physikalische und chemische Parameter .....	30
<b>Methoden .....</b>	<b>33</b>
Libellen .....	33
Makrozoobenthos .....	40
Krebse.....	43
<b>Ergebnisse und Interpretation.....</b>	<b>51</b>
Probenstelle Restrukturierungs-Abschnitt Naarn-Kickenau .....	51
Probenstelle nicht restrukturierter Abschnitt bei der Brücke nach der Kläranlage.....	61
Probenstelle restrukturierter Abschnitt Hauswiesen.....	67
Probenstelle nicht restrukturierter Abschnitt bei Brücke zwischen Hauswiesen und Tobrakanal­mündung .....	74
Probenstelle restrukturierter Abschnitt Tobrakanal­mündung .....	81
Probenstelle restrukturierter Abschnitt Kaindlau .....	88
Probenstellen im Überblick .....	96
Erkenntnisse .....	108

# Einleitung

Fließgewässer sind eines der artenreichsten Biotope in Mitteleuropa. Doch Regulierungen und andere anthropogene Einflüsse haben diese empfindlichen Ökosysteme beschädigt. Restrukturierungen bilden hier eine wichtige Maßnahme, sich dem natürlichen Zustand erneut anzunähern. Diverse Tiergruppen profitieren von den Eingriffen und der daraus resultierenden Lebensraumvielfalt.

Am Beispiel der Naarn, wo sich fünf Restrukturierungen zwischen Perg und der Donaumündung des Flusses befinden, wurden während der Vegetationsperiode von 16.06.2019 bis 22.09.2019 zoologische und chemische Untersuchungen durchgeführt. Dabei wird in dieser Arbeit auf das Zusammenspiel der einzelnen Tiergruppen Krebse, Makrozoobenthos und Libellen besonderer Wert gelegt. Die Diplomarbeit „Ökologische Untersuchung der Renaturierungsmaßnahmen an der Naarn“ von Jakob Hercog, Fabian Winkler und Dominik Pillenbauer im Jahr 2017 bietet mitsamt der Libellenuntersuchung von Univ.-Doz. Dr. Andreas Chovanec aus dem Jahr 2018 die Grundlage, auf welcher diese Diplomarbeit aufbaut.

Die Literatur wie das Buch „Die Flusskrebse“ von Johann Hager ermöglicht einen guten Rundumblick in der Materie. Das Artenspektrum der Libellen wird anhand des Buches „Der Kosmos Libellenführer“ von Heiko Bellmann bestimmt. „**Heymer 1973 gibt detaillierte Informationen zu Lebensweise, Habitatnutzung und Verhaltensweisen von Libellen**“ Aufbauend auf diese Literatur wird am Beispiel der Naarn der Zusammenhang der Tiergruppen und die Inselrestrukturierungen erhoben. Um auf diese komplexe Fragestellung näher einzugehen, werden in der Vegetationsperiode in Bezug auf die entsprechenden Tiere Erhebungen durchgeführt. Dabei stehen Artenvielfalt und Populationsökologie im Vordergrund.

So wird bei den Libellen die Artenvielfalt mittels Odonata-Fließgewässer-Zonations-Index bewertet. Auch das Verhalten von Prachtlibellen wird beobachtet um diesbezüglich einen Vergleich zwischen dem Einfluss der Wasservegetation und dem Einfluss der Restrukturierungen vorgenommen.

Außerdem werden mittels Untersuchung des Makrozoobenthos die Artenvielfaltsunterschiede und die Abundanz bestimmt. Dazu wird einerseits zwischen Restrukturierungen und begradigten Abschnitten und andererseits dem Vorhandensein oder nicht Vorhandensein des Pinselblatt-Hahnenfußes unterschieden.

Um die bevorzugten Lebensräume von jungen und erwachsen Krebsen zu bestimmen, werden die an den Probenstellen gefangenen Tiere auf Gewicht, Größe, Geschlecht und eventuelle Auffälligkeiten untersucht.

Die chemischen Parameter, wie Sauerstoffgehalt, Leitfähigkeit, pH, Nitrat, Ammonium und Phosphat werden während den zoologischen Untersuchungen in zweiwöchigem Intervall bestimmt um einen allfälligen Einfluss auf die Artenvielfalt und die Abundanz der Organismen erkennen zu können. Die Strömungsgeschwindigkeit wird an repräsentativen Stellen der Probenstellen stellvertretend für die jeweiligen Strukturen gemittelt. Ausgehend davon kann auf den Einfluss, insbesondere auf Verhaltensausrücke von Libellen und die Artenzusammensetzung des Makrozoobenthos, geschlossen werden.

Schließlich soll sich anhand aller erhobenen Befunde und deren Abhängigkeit voneinander ergeben, wie sich die Entwicklung der untersuchten Indikatorarten in begradigten und restrukturierten Abschnitten der Naarn unterscheiden.

# theoretische und fachpraktische Auseinandersetzung mit Grundlagen und Methoden

## Libellen

### Libellen (allg.)

Libellen sind räuberische Insekten und treten überwiegend im Sommer auf. Oft besitzen sie auffallende Farben und werden daher von vielen Menschen als ästhetisch beschrieben. Des Weiteren kann man sie, dank dieser auffälligen Zeichnungen, mit etwas Übung, leicht identifizieren. Sie zeigen eindrucksvolle Verhaltensmuster, die noch Stoff und offene Fragen für viele weitere Studien bereithalten. Viele erstaunliche behavioristische Aspekte können durch geduldige und sorgfältige Beobachtung erforscht werden (vgl. Dijkstra 2014, 5).

### Anatomie

Der Körperbau von Libellen setzt sich grob aus dem Kopf, dem Thorax und dem Abdomen zusammen. Sie sind perfekt angepasst an ihr Leben als räuberische, fliegende Insekten.

Am Kopf befinden sich kurze unscheinbare Fühler sowie die charakteristischen Komplexaugen welche aus zahlreichen Einzelaugen, auch Ommatidien genannt, bestehen. Sie verlassen sich bei der Jagd auch vorwiegend auf ihr Sehvermögen. Diese Komplexaugen können, wie bei den Kleinlibellen (Zygoptera), voneinander klar getrennt sein oder, wie bei den Großlibellen, in der Mitte des Kopfes zusammentreffen. Allerdings gibt es auch Großlibellen, wie die Flussjungfern (Gomphidae), welche keineswegs zusammentreffende Komplexaugen besitzen. Unterseitig am Kopf befinden sich die Mundwerkzeuge.

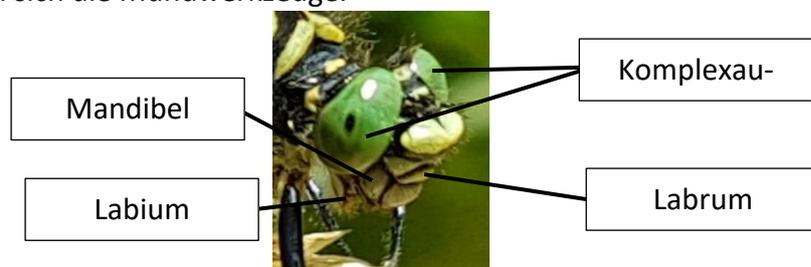


Abb. 1 Kopf einer kleinen Zangenlibelle ♂ mit deutlichem Abstand zwischen den Komplexaugen  
Foto: Th.P.

Die paarigen Mandibeln (Oberkiefer) und Maxillen (Unterkiefer), sowie das unpaarige Labrum (Oberlippe) und Labium (Unterlippe). Diese Beißwerkzeuge sind äußerst scharfkantig und können auch Menschen blutende Wunden zufügen (vgl. Bellmann 2013, 8).

Am Thorax befinden sich 3 für die Jagd angepasste, kräftige Beinpaare und starke sowie flexible Flügel zur Verfolgung von Beutetieren. Die Beine bilden einen nach vorne gerichteten Fangkorb, welcher dazu dient, das gejagte Insekt zu packen. Die Flügel befinden sich ebenfalls am Thorax. Bei Kleinlibellen sind Vorder- und Hinterflügel nahezu gleich gestaltet, wohingegen die Hinterflügel von Großlibellen an der Basis verbreitert sind. An den Flügeln findet sich das auffällige Pterostigma.

Am Abdomen der Männchen finden sich die Cerci sowie untere Abdominalanhänge. Dahingegen sind bei den Weibchen die unteren Abdominalanhänge durch einen Legebohrer ersetzt (vgl. Bellmann 2013, 10-12).

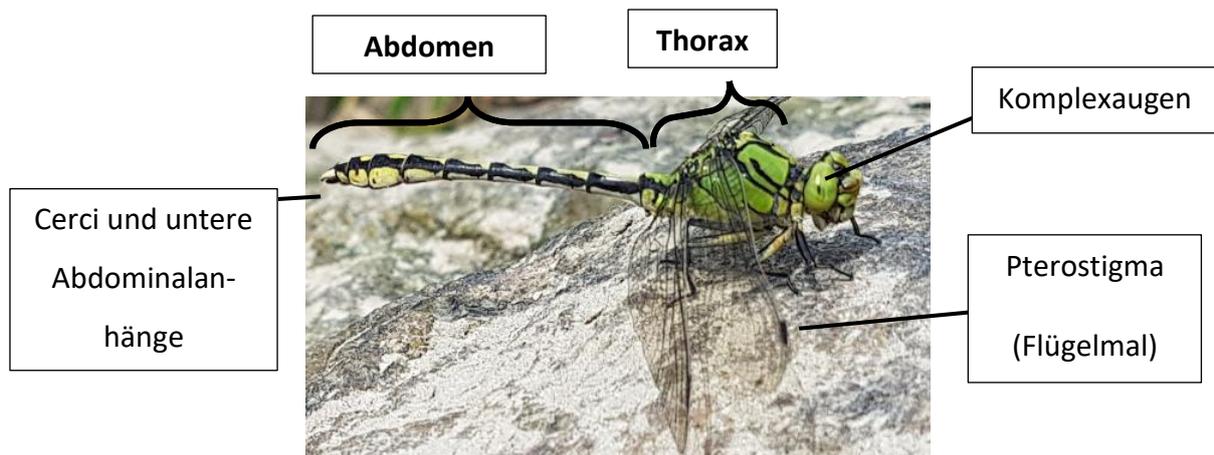


Abb. 2 Grüne Flussjungfer ♂ Foto: Th.P.

### Revierbildung und Jagd

Die meisten Arten von Libellen zeigen sehr markantes Revierverhalten. Allgemein findet diese Revierbildung meistens an den Entwicklungsgewässern statt. Hier finden demnach auch Paarungsverhalten und die Eiablage statt. Beim überwiegenden Anteil der Arten sind die Weibchen nur sehr kurzfristig dort. Sie fliegen meist zu insektenreichen Orten wie Waldrändern. Auch findet man viele Libellenarten in der auf das Schlüpfen folgenden Reifephase abseits der Entwicklungsgewässer. Hier gehen sie hauptsächlich dem Nahrungserwerb nach (vgl. Bellmann 2013, 10-12).



Abb. 3 Larve einer Grünen Flussjungfer Foto: Th.P.

## Emergenz und Lebensdauer

Das Schlüpfen der Libellen wird als Emergenz bezeichnet. Bei diesem Prozess bricht die Libelle zuerst mit dem Kopf aus der Haut der Larve. Anschließend sieht man, dass das Individuum immer voller und größer wird, da es Luft in sich hineinpumpt. Mit dieser Pumpbewegung bahnt es sich zudem seinen Weg aus der nun verhärteten Larvenhaut (siehe Bild rechts). Nach dem Schlüpfen ist der Körper des Insekts noch sehr weich und verletzlich. Sie ziehen sich auch meist zurück, sobald die noch weichen Flügel es



Abb. 4 Emergenz einer Grünen Flussjungfer Foto: Th.P.

erlauben. Danach leben die Imagines relativ kurz. Selbst Arten mit der längsten Flugzeit erreichen maximal ein Alter von sechs bis acht Wochen. Die meisten Individuen besitzen eine Lebenserwartung von etwa zwei Wochen (vgl. Bellmann 2013, 14-32).

# Prachtlibellen

Die Prachtlibellen, die zur Unterordnung der Kleinlibellen (Zygoptera) zählen, sind ausgesprochene Augentiere d. h., dass sie sich, wie alle Libellen, fast ausschließlich auf ihre optische Wahrnehmung verlassen. Die Familie der Prachtlibellen (Calopterygidae) ist in 16 Gattungen unterteilt, wovon die 2 in Österreich vorkommenden Arten zur Gattung *Calopteryx* zählen (vgl. Heymer 1973, 6-7).

## Lebensweise

### Larven:

Die Larven der Gattung *Calopteryx* stellen unter den einheimischen Libellen eine Ausnahme dar, weil die Larven dieser Gattung an Fließgewässer gebunden sind. Die Larven der Blauflügel-Prachtlibelle (*Calopteryx virgo*) und die der Gebänderte Prachtlibelle (*Calopteryx splendens*) haben jedoch unterschiedliche Ansprüche an das, für sie wichtige, strömende Wasser. So bevorzugt die Larve der Blauflügelprachtlibelle, als wählerische Art, kleinere Bäche mit sauberem und sauerstoffreichem Wasser und nicht allzu starker Strömung. Wohingegen die Larve der Gebänderten Prachtlibelle auch größere Flüsse bewohnt. Auch sehr langsam fließende Stauseearme werden von *Calopteryx splendens* als Larvenhabitat angenommen (vgl. Heymer 1973, 10).

Im Fließgewässer dienen Wurzeln von Bäumen, Sträuchern und Gräsern sowie auch Hydrophyten von deren Wurzeln bis zu deren Sprosssteilen als Lebensraum. Sie meiden den Gewässerboden, ständig umspültes Substrat, glatte Flächen im Benthos, Steine und Gewässer mit pflanzenleeren Ufern. Wenn ein unterspültes Ufer vorliegt, sind die Larven stark konzentriert und die Besiedlungsdichte verschiebt sich in die Uferzone. Sie schwimmen auch sehr selten freiwillig. Sie verstecken sich lieber in einem ihrer Unterschlupfe, z.B. in Hydrophyten (vgl. Heymer 1973, 10 – 11).

Die larvale Entwicklungszeit beträgt bei den Calopterygiden etwa zwei Jahre, was bedeutet, dass sie zwei Mal überwintern (vgl. Heymer 1973, 42).

**Imaginalhäutung:**

Wenn die Larven bereit zur Metamorphose sind, beginnen sie um 7 Uhr (MEZ) aus dem Wasser zu klettern und sich in eine senkrechte Position, mit dem Kopf nach oben, zu begeben. Vom Zeitpunkt, bei dem die Larve aus dem Wasser austritt, bis zum Erreichen der endgültigen Körpermasse einer Imago vergehen in der Regel 2 Stunden. Während der Phase kurz nach der Häutung halten sich die Imagines vorwiegend bei einer Umgebung auf, die der eigenen Färbung entspricht. Dieses kryptische bzw. schutzbietende Verhalten dient der Arterhaltung, da die Imagines in dieser Zeit noch sehr schwerfällig sind (vgl. Heymer 1973, 10 – 17).

**Jagd / Beuteerwerb:**

Der Beuteerwerb ist bei den Calopterigiden, nicht wie bei anderen Libellenfamilien, über den Tag verteilt und findet gelegentlich statt. Von Sitzplätzen aus fangen die Prachtlibellen kleine vorbeifliegende Insekten. Hauptsächlich besteht die Beute daher aus, an den Fließgewässern vorkommenden, Köcherfliegen (Trichoptera) und Steinfliegen (Plecoptera). Vom Sitzplatz aus fängt die Prachtlibelle die Beute schnellen Fluges und bringt sie meist zum ursprünglichen Sitzplatz, um sie dort zu verzehren. Die Libellen besitzen einen für diese Jagd ausgebildeten Fangkorb. Bei ihnen sind nämlich im Gegensatz zu anderen Insekten nicht nur die Vorderbeine, sondern auch die Mittel- und Hinterbeine umgestaltet. Das liegt daran, dass sie sich auf den Flug spezialisiert haben und sie sich nicht mehr laufend fortbewegen (vgl. Heymer 1973, 18 – 19).

**Reproduktion:**

Die Paarung der Prachtlibellen ist ein sehr komplizierter Akt und von Art zu Art unterschiedlich. Vereinfacht kann man die Paarung von *Calopteryx splendens* und *Calopteryx virgo* jedoch in folgende Phasen unterteilen (vgl. Heymer 1973, 44):

## Präkopulation:

### ➤ Anwerben

Das Weibchen wird, wenn es sich durch das Revier eines Männchens bewegt, vom Männchen verfolgt und durch eine spezielle Flugtechnik angeworben. War dies erfolgreich, fliegt das Weibchen mit dem Männchen zu einer Stelle im Revier, welche als Eiablageplatz dienen kann (vgl. Heymer 1973, 44).

### ➤ Eiablageplatz zeigen

Das Männchen zeigt einen Platz im Revier, welcher entweder eine Wasserpflanze (splendens) oder ein anderes schwimmendes Substrat (virgo) beinhaltet. Das Männchen zeigt dem Weibchen im Schwirrfly (siehe Bild rechts), dass sich hier der Eiablageplatz befindet. Dabei ist das Abdomenende nach oben gerichtet. Es wird als Schlusslicht bezeichnet und hat eine signalisierende und kommunizierende Bedeutung bei der Reproduktion (vgl. Heymer 1973, 44 - 46).



Abb. 5 Schwirrfly eines *Calopteryx splendens* ♂ Foto: Th.P.

### ➤ Werbefly

Sollte das Weibchen sich nun noch im Revier befinden, beginnt der Werbefly des Männchens. Das Männchen fliegt dabei, mit dem Kopf zum Weibchen gewandt, von schräg unten in einem halbkreisförmigen Pendeln zum Weibchen hin. Dabei werden die Vorderflügel stark bewegt und die Hinterflügel zu einem großen Teil entlastet. Dieses Flugmanöver wird auch als Vorfly bezeichnet. Wenn das Männchen auf gleicher Höhe mit dem Weibchen ist, und das Weibchen nicht weggeflogen ist, beginnt es mit dem „Umfly“, bei welchem es im Anschluss auf den Flügelspitzen des Weibchens landet. Es klettert dann weiter nach vorne zum Thorax, um sich dort mit den Abdominalanhängen zu verankern. Als Tandem fliegen die Libellen nun im Revier umher und das Weibchen verhält sich sehr passiv (vgl. Heymer 1973, 47 – 48).

➤ Spermaübertragung beim Männchen

Das Männchen überträgt dann vom Abdomen, der sog. Spermathek, Sperma in den Kopulationsapparat in der Nähe des Thorax. Dieser Vorgang benötigt meist in etwa zehn Sekunden. Das Weibchen bleibt je nach Art entweder sitzen oder wird mit den Beinen festgehalten (vgl. Heymer 1973, 48 – 50).

Kopulation:

➤ Begattung

Wenn alle Schritte erfolgreich waren, beginnt die herzförmige Begattung des Männchens. Diese wird oft auch unterbrochen und dann auch manchmal örtlich verschoben. Dieses Verhalten kann man oft beobachten da, oft Paarungen scheinbar ohne vorherigen Ritus stattfinden. Dabei handelt es sich um unterbrochene Kopulationen, die keineswegs eine Seltenheit darstellen (vgl. Heymer 1973, 50 - 51).



Abb. 6 Paarungsrad bei zwei *Calopteryx splendens* Foto: Th.P.

Eiablage:

➤ Einstechen der Eier

Das Weibchen fliegt nun in der Regel zum vorher gezeigten Eiablageort. Hier setzt es sich auf das schwimmende Substrat und beginnt die Brut einzustechen. Dabei wird es vom Männchen, welches meist am Hauptsitzplatz verharrt, bewacht. Das Bewachen dient einerseits dazu das Weibchen aufzuhalten, sollte es versuchen zu fliehen und andererseits Artgenossen zu vertreiben. Das Männchen fliegt auch patrouillierend um das Weibchen (vgl. Heymer 1973, 51 -56).



Abb. 7 *Calopteryx splendens* Weibchen bei der Eiablage auf Pinselblättrigem Wasserhahnenfuß Foto: Th.P.

### Territorialverhalten:

Die Grenzen und damit die Größe des Reviers, welches von den *Calopteryx*-♂ beim Fließgewässer beansprucht wird, variieren häufig. Abhängig sind die Grenzen vor allem von örtlichen Gegebenheiten. Der von den Männchen gegen Artgenossen verteidigte Raum ist in der Regel in der Fließrichtung gestreckt und hat meistens eine gute Lage zur Sonneneinstrahlung, die insbesondere in den Morgenstunden wichtig ist.



Abb. 8 Hauptsitzplatz eines *Calopteryx splendens* ♂ Foto: Th.P.

Auch die Verhältnisse in Bezug auf Vegetationsstrukturen sind außerordentlich wichtig für das Revier. Am liebsten bewohnen die Männchen Reviere, welche sich durch Strukturen abgrenzen. Vegetationsreiche Fließgewässer werden daher prinzipiell bevorzugt. Im Gebiet befindet sich ein Hauptsitzplatz, von welchem aus, das Männchen meist das gesamte Revier beobachten kann. Das Männchen umfliegt zudem einen Bereich, der oft Hydrophyten beinhaltet, um Weibchen zu signalisieren, dass sich hier ein vorgeschlagener Eiablageplatz befindet (vgl. Heymer 1973, 21 - 27).

Zur Verteidigung des Reviers tragen die Revierbesitzer Kämpfe gegen Eindringlinge aus. Meist wird keine der beiden Libellen beschädigt, wobei Beschädigungen durch Revierkämpfe dennoch auftreten können (vgl. Heymer 1973 27 – 29).

### Die Rolle des Pinselblättrigen Wasserhahnenfußes für die Prachtlibellen

Der Pinselblättrige Wasserhahnenfuß stellt eine Wasserpflanze dar, welche von den *Calopteryx*-Arten als Eiablagepflanze genutzt wird. Dementsprechend ist sein Bestand sehr wichtig für die Prachtlibellen. Die Larven bewohnen den Pinselblättrigen Wasserhahnenfuß und jagen in ihm. Sie reifen im Bewuchs heran, was ihnen Schutz vor Fressfeinden bietet.

# Makrozoobenthos

## Makrozoobenthos allgemein:

Als Makrozoobenthos werden Organismen bezeichnet, welche das Benthon (Gewässerbett) besiedeln. Diese werden auch Benthos genannt. Speziell aber für Makrozoobenthos ist jedoch die Größe. Tierchen über 1mm Größe werden Makrozoobenthos genannt, Tiere welche kleiner sind fasst man mit dem Begriff Meiozoobenthos zusammen.

Zudem gibt es keinen Unterschied in der Bezeichnung, wenn die Organismen ihr ganzes Leben unter Wasser verbringen, wie Muscheln oder Strudelwürmer, oder nur einen Teil davon, wie Eintagsfliegen oder Köcherfliegen (Online im Internet:

<https://natursportinfo.bfn.de/tierarten/makrozoobenthos.html>, 18.02.2020).

## Vorkommen:

Makrozoobenthos leben in so gut wie jedem Gewässer rund um die Welt. Auch wenn das Gewässer anthropogen verunreinigt wird, sterben nicht alle Organismen ab. Es verändert sich nur die Zusammensetzung des Makrozoobenthos. Aus diesem Grund kann man die Gewässergüte anhand der Zusammensetzung der Organismen bestimmen. Grundsätzlich kann man zu der Gewässergüte sagen, je höher die Artenvielfalt ist, desto besser ist der ökologische Zustand eines Gewässers.

Außerdem hängt die Zusammensetzung sehr stark von der Art des Gewässers ab. Es gibt nicht nur Unterschiede zwischen stehenden und fließenden Gewässern, sondern auch das Sediment hat großen Einfluss auf die ökologische Gewässergüte und auch die Temperatur des Gewässers, Fließgeschwindigkeit, Nährstoffe, Sauerstoffgehalt, Beschattung und auch bauliche Maßnahmen haben Einfluss darauf. Jeder Abwassereinlauf in ein Gewässer verändert die Nährstoffversorgung und somit auch die Organismen, welche diesen Lebensraum besiedeln (Online im Internet: <https://natursportinfo.bfn.de/tierarten/makrozoobenthos.html>, 18.02.2020).

### **Gefährdung:**

Makrozoobenthos, welche sehr heikel auf Umwelteinflüsse reagieren und daher natürliche und unbelastete Gewässer brauchen, sind sehr gefährdet, da die Gewässerverschmutzung und Gewässerverbauung ständig zunimmt und sie dadurch immer mehr ihres Lebensraumes verlieren. Sehr sensible Arten, die auf Umweltbedingungen wie geringen Nährstoffgehalt und geringe Wassertemperatur angewiesen sind, auch stenöke Arten genannt. Genau diese Arten sind durch diesen Lebensraumverlust besonders gefährdet.

Hierbei ist zu beachten, dass nicht der Lebensraum an sich verschwindet, sondern der Lebensraum nur an Qualität verliert wie zum Beispiel, dass er viele Strukturen verliert.

Gründe, warum man ein Gewässer in einem ökologisch intakten Zustand erhalten sollte sind, da aufgrund der hohen Biodiversität man einen gesunden Fisch, Krebs und Amphibienbestand hat, da Makrozoobenthos als Nahrungsquelle vieler Tiere gilt (Online im Internet: <https://natursportinfo.bfn.de/tierarten/makrozoobenthos.html>, 18.02.2020).

### **Schutz des Makrozoobenthos:**

Die Organismen können nur nachhaltig geschützt werden, indem man Gewässer in ihren ursprünglichen Zustand erhält und Bebauungen entfernt, beeinträchtigte Gewässer renaturiert, restrukturiert oder revitalisiert. Diese Maßnahmen helfen Gewässern eine höhere Habitatsvielfalt zu erlangen, was zu einer höheren Artenvielfalt führt (Online im Internet: <https://natursportinfo.bfn.de/tierarten/makrozoobenthos.html>, 18.02.2020)..

### **Lebenszyklus:**

Makrozoobenthen durchlaufen verschiedene Entwicklungsphasen und bewohnen meist unterschiedliche Gewässerstrukturen. Als Beispiel sind viele frühe Entwicklungsstadien an das Lückensystem der Gewässersohle gebunden. Andere Arten hingegen brauchen bei der Eiablage einen strömungsberuhigten Abschnitt und brauchen als adulte Exemplare einen strömungsintensiveren Bereich.

Steinfliegen, Zweiflügler, Eintagsfliegen und Libellen verbringen nur einen Teil ihres Lebens im Wasser, nämlich das Larvenstadium. Für den Übergang vom Wasser in die Luft benötigen sie spezielle Strukturen wie Totholz oder größere Steine am Ufer. Viele dieser Arten leben einen Großteil ihres Lebens im Wasser als Larve und nur eine kurze Zeit in der Luft. Besonders gilt dies für Eintagsfliegenlarven, welche das Flugstadium nur zum Fortpflanzen nutzen. Zudem kann es sein, dass die erwachsenen Tierchen weder Nahrung aufnehmen noch ein Verdauungssystem besitzen.

Um die Wahrscheinlichkeit, einen Partner für die Fortpflanzung zu erhöhen, schlüpfen zum Beispiel Eintagsfliegen oder Zuckmückenarten fast gleichzeitig aus dem Wasser (Online im Internet: <https://natursportinfo.bfn.de/tierarten/makrozoobenthos.html>, 18.02.2020).

## Verhalten:

Bei hohen Strömungsgeschwindigkeiten besteht für Makrozoobenthos die Gefahr, dass diese weggeschwemmt werden. Aus diesem Grund haben diese verschiedensten Anpassungen. Einige Insekten verankern sich mit ihren Saugnäpfen oder Haftscheiben auf Steinen. Andere hingegen haben einen sehr abgeflachten Körper, damit das Wasser weniger Angriffsfläche hat. Köcherfliegenlarven schützen sich, indem sie sich einen kleinen Köcher aus Steinen oder kleinen Pflanzenteilen unter einem Stein bauen.

Trotz dieser vielen verschiedenen Anpassungen gegen die Strömung passiert es immer wieder, dass einige Tiere weggeschwemmt werden. Damit es nicht passiert, dass irgendwann die oberen Flussabschnitte nicht mehr bewohnt sind, gibt es einige Arten, welche im Laufe ihres Lebens gegen die Strömung wandern. Die Insekten, die als flugfähige, erwachsene Tiere aus dem Wasser schlüpfen, können zur Eiablage sogenannte Kompensationsflüge bachaufwärts unternehmen. Ein weiterer Vorteil besteht darin, dass flugfähige Exemplare nicht von Wanderhindernissen beeinträchtigt werden

(Online im Internet: <https://natursportinfo.bfn.de/tierarten/makrozoobenthos.html>, 18.02.2020).

## Ernährungstypen:

Man unterscheidet zwischen Primärkonsumenten und Sekundärkonsumenten je nach der Art ihrer Nahrungsaufnahme. Danach werden folgende Typen unterschieden:

1. Filtrierer
2. Weidegänger
3. Zerkleinerer
4. Substratfresser
5. Räuber

1. **Filtrierer:** Sie fangen suspendierte Partikel wie Bakterien und Algen aus dem Wasser. Die Filtrierer werden noch weiter in planktische und sessile Filtrierer unterteilt.

Zu den planktischen Filtrierer gehören vorwiegend Wimpertierchen und Rädertiere. Sie zählen zu den aktiven Filtrierern was bedeutet, dass sie einen Wasserstrom erzeugen und sich somit ihre Nährstoffe holen. Die sessilen Filtrierer sind stationäre Organismen welche ebenfalls Nährstoffe aus dem Wasser filtern. In stehenden Gewässern sind es aktive Filtrierer, welche den Wasserstrom selbst erzeugen müssen. In fließenden Gewässern sind es passive Filtrierer, welche die Strömung nutzen und Nährstoffe aus der fließenden Welle herausfiltern. Typisch für sessile Filtrierer sind einige Köcherfliegenlarven, Zuckmücken und Kriebelmücken.

2. **Weidegänger:** Sie fressen Algenaufwuchs von Steinen. Zu dieser Gruppe gehören vorwiegend Schnecken, Eintagsfliegenlarven, Steinfliegen und Köcherfliegen.
3. **Zerkleinerer:** Sie zerkleinern größere Pflanzenteile wie Laub. Zu dieser Gruppe gehören vor allem Wasserasseln und Flohkrebse.
4. **Substratfresser:** Sie ernähren sich von Schlamm und Detritus, wobei größere Mengen an Bakterien, an einzelligen Algen und an Tieren aufgenommen werden. Zu dieser Gruppe gehören viele Ringelwürmer und wenige andere Wasserinsekten.
5. **Räuber:** Sie fangen gezielt andere Insekten als Nahrung. Es gibt verschiedene Fangarten wie Sitzräuber oder Warteräuber und bewegungsaktive Räuber. Zu dieser Gruppe gehören Strudelwürmer, Egel, manche Ringelwürmer sowie Schwimmkäfer, Wasser- Wanzen, Köcherfliegenlarven, Steinfliegenlarven Online im Internet: <https://www.spektrum.de/lexikon/biologie/ernaehrungstypen-in-gewaessern/22364>, 18.02.2020).

## Pinselflätriger Wasserhahnenfuß

Der Pinselflätrige Wasserhahnenfuß ist mit Luftkammern versehenen, welche ihn am Wasser treiben lassen. Er ist eine einjährige oder ausdauernde, wintergrüne Wasserpflanze.

Die Pflanze bildet drei- bis fünfblappige, am Grund keilförmig verschmälerte, halbkreisförmige Schwimmblätter aus.

Die Schwimmblätter sind jedoch nicht essentiell und können auch fehlen. Durch die Anpassung an das Wasser hat die Pflanze fein zerteilte, haarförmige Wasserblätter. Wenn die Pflanze nicht im Wasser ist, fallen diese pinselförmig zusammen.

Die Blüten befinden sich am oberen Teil des Stängels und sind an der Wasseroberfläche. Die Blüten können eine Größe von bis zu 3 Zentimetern erreichen, was im Verhältnis zu anderen Arten des Wasserhahnenfußes ziemlich groß ist. Die Blüte an sich hat fünf Blätter und hat zudem auch noch fünf Kelchblätter, welche bis 7 Millimeter lang werden können. Die fünf weißen, am Grund gelben Kronblätter, verkehrt-eiförmig, mit abgerundeter Spitzen überlappen sich meistens und weisen eine Länge von etwa 10 bis 15 Millimetern auf. Die Blüte entwickelt in der Regel zwischen 8 bis 20, manchmal auch bis 40 Staubblätter.

Die Blütezeit ist Mai bis September. Aus den Blüten bildet sich ein kugelförmiger Fruchtkopf mit 50 bis 80, manchmal auch nur 15 kahlen oder behaarten Nüsschen (Online im Internet: [https://www.pflanzen-deutschland.de/Ranunculus\\_penicillatus.html](https://www.pflanzen-deutschland.de/Ranunculus_penicillatus.html), 18.02.2020).

### **Standort**

Er wächst vor allem in nährstoffreichen fließenden Gewässern. Dabei kann die Fließgeschwindigkeit von langsam bis rasch variieren. Die Art benötigt sonnige bis halbschattige Plätze und meidet saure Böden 7

(Online im Internet: [https://www.pflanzen-deutschland.de/Ranunculus\\_penicillatus.html](https://www.pflanzen-deutschland.de/Ranunculus_penicillatus.html), 18.02.2020).

## **Verbreitung/Vorkommen**

Der Pinselblättriger Wasserhahnenfuß ist in den gemäßigten Breiten Europas bis in Höhenlagen von etwa 700 Metern beheimatet. Nach den ökologischen Zeigerwerten von Ellenberg markiert die Wasserpflanze warmes bis mäßig warmes mitteleuropäisches Seeklima. Die Bestäubung der Blüten erfolgt durch Insekten oder durch Selbstbestäubung der zwittrigen Blüten. Zu ihrer Vermehrung nützt die Pflanze die sehr effektive Wasserausbreitung.

Insbesondere die Unterart *Ranunculus penicillatus* subsp. *pseudofluitans* kann sich in manchen Flüssen so stark ausbreiten, dass dies starke Auswirkungen auf die Ökologie des Flusses hat. So kann er sowohl die Durchflussmenge als auch den Sauerstoffgehalt stark beeinflussen. Er wird dann zur dominierenden Pflanze in diesem Gebiet. Das kann dazu führen, dass in manchen Gebieten die zuständigen Verwaltungen die Pflanze ernten lassen, um Überflutungen zu vermeiden. Doch bereits bei leicht sich verändernden Bedingungen verändert sich auch die Ausbreitung des Pinselblättrigen Hahnenfußes nachhaltig (Online im Internet: [https://www.pflanzen-deutschland.de/Ranunculus\\_penicillatus.html](https://www.pflanzen-deutschland.de/Ranunculus_penicillatus.html), 18.02.2020).

## **Giftigkeit**

Alle *Ranunculus*-Arten sind giftig (Protoanemonin). Aufgrund ihres beißenden Geschmacks werden sie von Tieren gemieden. Die Giftstoffe werden jedoch durch Trocknen abgebaut. Abgemähte Stängel können bei Kontakt Hautreizungen hervorrufen. Protoanemonin ist ein Lacton der Hydroxy-penta-2,4-diensäure, welches in unterschiedliche Konzentration als Toxin in allen Hahnenfußgewächsen vorkommt.

Es wird bei Verletzung der Pflanzen freigesetzt und bei Kontakt mit der Haut oder Schleimhaut kommt es zu Vergiftungserscheinungen wie Rötung, Juckreiz oder gar Blasenbildung auf der Haut. Bei der inneren Aufnahme beeinflusst es das Nervensystem: Es kommt zu Erbrechen, Durchfall und Schwindelanfällen, aber auch zu Krämpfen und Lähmungserscheinungen (Online im Internet: [https://www.pflanzen-deutschland.de/Ranunculus\\_penicillatus.html](https://www.pflanzen-deutschland.de/Ranunculus_penicillatus.html), 18.02.2020).

# Signalkrebse

## Entwicklungsgeschichte

Wissenschaftlern gelang der Nachweis, dass alle Süßwasserkrebse der Erde einen gemeinsamen Ursprung in einer Stammform haben. Es muss diese Stammform vom Meerwasser in die Süßwassergewässer eingedrungen sein. Krebse gab es schon vor mindesten 200 Millionen Jahren auf dem Urkontinent Pangaea und sie kommen sowohl auf der nördlichen wie auch auf der südlichen Hemisphäre vor. Im Laufe der Jahrmlionen entstanden durch Evolution die heute vorkommenden Gattungen und Arten. Sie sind in beinahe allen Süßwasserbeständen vorhanden (vgl. Hager 2018, 15).

Die Signalkrebse gehören zur Ordnung der Zehnfußkrebse – lateinisch Decapoden genannt (vgl. Adam, Schürmann, Schwevers 2013, 25).

Die Decapoden sind die am höchsten entwickelte Ordnung der Krebse. Der Name stammt von den fünf Beinpaaren, die dem Thorax entspringen, wobei das vorderste Paar meist als kräftige Scheren ausgebildet ist. Zum einen gibt es marine Arten, wie den Hummer, Langusten oder Garnelen. In den heimischen Flüssen kommen Arten wie der Edelkrebs oder Dohlenkrebs vor. Auch eingeschleppte Arten wie den Signalkrebs findet man immer häufiger vor. Alle genannten Arten sind mögliche Speisekrebse. Vor allem ist das Fleisch der Scheren und des Pleons kulinarisch interessant (vgl. Adam, Schürmann, Schwevers 2013, 25 – 26).

## Anatomie

Der Kopf ist mit dem Thorax durch den Panzer zum Cephalothorax verbunden. Aus dem Thorax entspringen die vier bis fünf Schreitbeine. Ein Beinpaar ist meist zu einem Scherenpaar ausgebildet. Hinter dem Cephalothorax liegt das Pleon. Das Pleon ist mit Muskeln gefüllt, um das Telson mit genügend Kraft zu versorgen. Das Telson ermöglicht dem Krebs zu schwimmen.



Abb. 9 Anatomie der Krebse; Foto: M. Grammer

Die Unterordnung der Brachyura (Krabben) trägt das Pleon auf der Thorax-Unterseite. Der Carapax umschließt den Cephalothorax. Der entstehende Hohlraum auf der Thorax-Unterseite lässt die Kiemen und Schreitbeine austreten (vgl. Adam, Schürmann, Schwevers 2013, 25 – 26).

## Innere Organe

Im Thorax-Inneren setzen die Muskeln für die Schreitbeine und Mundwerkzeuge ventral an. Der Magen und die Mitteldarmdrüse sind für die Verdauung zuständig. Die Mitteldarmdrüse stellt Enzyme zur Speicherung von Reservestoffen bereit. Die Geschlechtsorgane nehmen im Thorax viel Platz ein. Die Körperflüssigkeit der Decapoden ist eine farblose Hämolymphe. Es sind kaum Arterien vorhanden, die das Blut vom Gewebe trennen. Die Hämolymphe wird direkt in den Herzbeutel durch drei einfache Öffnung, den Ostien, angesaugt und in den Körper gepumpt. Die Aorta posterior sorgt für die Hämolympfen-Versorgung im Pleon (vgl. Adam, Schürmann, Schwevers 2013, 28 – 29).

Das Nervensystem des Decapoden weist kein Gehirn auf. An dessen Stelle sind die Nervenzellen zu einem Ganglionknoten zusammengefasst. Dafür besitzen sie im vorderen Bereich des Cephalothorax zwei Ganglione, ein oberes und ein unteres. Die Facettenaugen und die Antennen sind die Sinnesorgane, die die zwei Ganglionen mit Informationen versorgen. Die Antennen werden zur Orientierung im Raum genutzt (vgl. Adam, Schürmann, Schwevers 2013, 29).

## Nahrung und Nahrungsaufnahme

Die heimischen Krebse sind vorwiegend nachtaktive Tiere. Ab der Dämmerung beginnt die Nahrungsaufnahme. Die Mobilität und die Fresslust korrelieren mit der Wassertemperatur, der Jahreszeit und dem Alter des Individuums. Das Nahrungsspektrum reicht von Detritus bis Aas. Die Scheren und Schreitbeine dienen zum Fang und Halten der Beute (vgl. Hager 2018, 49 – 50).

Als Nahrung bietet sich abgestorbenes Pflanzenmaterial wie Erlen- und Weidenblätter an. Vor allem Jungkrebse bevorzugen Hydrophyten wie die Wasserpest und Phytoplankton aufgrund der leichten Verfügbarkeit (vgl. Hager 2018, 49 – 50).

## Lebensraum

Decapoden bevorzugen Lebensräume mit vielen Versteckmöglichkeiten. Vor allem bei der Häutung sind diese Unterschlupfe besonders wichtig. Sie bevorzugen Kehrwasserbereiche mit einer inhomogenen Strömung, weil dort ihre Nahrung anspült wird (vgl. Adam, Schürmann, Schwevers 2013, 65).

## Fortpflanzung

Weitere kleinere Beinpaare übernehmen verschiedenste Funktionen. Im vorderen Bereich entwickelten sich Antennen und Mundwerkzeuge aus ursprünglichen Beinpaaren. Auf der Pleon-Unterseite dienen die kleineren Beinpaare zur Übertragung des Spermas. Die Weibchen tragen die Eier auf der Pleon-Unterseite bis die Larven schlupfreif sind (vgl. Hager 2018, 55 – 58).

## Wachstum

Aufgrund des Chitinpanzers können Decapoden nur durch Häutung wachsen. Dazu wird ein häutungshemmendes Hormon ausgeschaltet. Der osmotische Druck im Körper steigt und an Sollbruchstellen bricht der Carapax auf. Dadurch kann nun das Tier aus der Chitinhülle kriechen. Der alte Carapax bleibt als Exuvie zurück. Die neue Panzerung benötigt einige Stunden zum Aushärten. Dieser Zeitraum ist die riskanteste Phase in einem Krebsleben. Der Krebs wird dann auch als „Butterkrebs“ bezeichnet, weshalb er sich auch in Schutzhöhlen zurückzieht. Dieser Vorgang wiederholt sich bis zu dreimal pro Jahr in jungen Jahren und im vorgeschrittenen Alter weniger häufig bis zu einem Mal im Jahr (vgl. Hager 2018, 51 – 53).

## Tötung

Die schnelle und schonende Tötung ist bei Decapoden besonders schwierig. Dadurch, dass sie nur ein oberes- und unteres Ganglion aufweisen, kann das Nervensystem schwer betäubt werden. Auch ein Stich in das Herz würde keine schmerzfreie Tötung ermöglichen, weil der Hämolymphe-Kreislauf ohnehin offen ist. Daher ist es nur erlaubt, Speisekrebse im kochenden Wasser zu töten, auch wenn der Tod einige Minuten dauern kann. Wenn der Krebs jedoch für wissenschaftliche Versuche frisch sein muss, empfehlen sich zwei Methoden.

- a) Im Wasser-Eis-Gemisch wird der Decapode bis zur Immobilität heruntergekühlt und im Gefrierfach durch Erfrieren getötet.
- b) Ein kleines Becken wird mit der 10-fachen Überdosis eines Narkosemittels versetzt.

(vgl. Adam, Schürmann, Schwevers 2013, 169 – 170)

## Merkmale des Signalkrebses (*Pacifastacus leniusculus*)



Abb. 11 Signalfleck, Foto: M. Grammer

Der Signalkrebs besitzt einen massigen, rötlich bis braunen Chitinpanzer. Die Oberfläche des Carapax ist glatt und dornenfrei. Auch in der Nackenfurche sind keine Erhebungen vorhanden (vgl. Hager 2018, 32).

Die Scheren besitzen auf der Oberseite die gleiche Färbung wie der Carapax. Die Unterseite ist kräftig

rot. Charakteristisch ist der weiße bis bläuliche Punkt am Scherengelenk. Dieser Fleck wird auch als „Signalfleck“ bezeichnet (vgl. Hager 2018, 32).

Ein ausgewachsenes Männchen kann eine Größe von bis zu 18 cm bei einem Gewicht von 100 bis 150 g erreichen. Weibliche Individuen sind mit einer Größe von 12 bis 15 cm deutlich kleiner (vgl. Hager 2018, 32).



Abb. 10 Unterseite der Schere; Foto: M. Grammer

Mit dem Edelkrebs kann der Signalkrebs verwechselt werden. Im Gegensatz zum Edelkrebs besitzt der Signalkrebs keine Dornen hinter der Nackenfurche und zeigt ein rotes Scherengelenk. Der Rostrumkiel des Edelkrebses ist deutlich gezahnter (vgl. Hager 2018, 32).

## Die Krebspest

Die Krebspest (*Aphanomyces astaci*) ist eine Pilzkrankheit, die Krebse befällt und töten kann (vgl. Hager 2018, 59).

### Verbreitung der Krankheit

Das Pilzmyzel eines verstorbenen Krebses bildet Sporen aus, die sich mit Hilfe eines Flagellums durch das Wasser bewegen. Durch ausgestoßene Substanzen kann die Spore ihre Richtung zum potenziellen Wirt lenken. Trifft nun der Parasit die Wirtsoberfläche, wird eine Zyste ausgebildet, um in den Wirt einzudringen. Handelt es sich dabei nicht um einen Krebs, so kann die Spore erneut ein Flagellum ausbilden und weitersuchen. Dieser Zyklus ist jedoch beschränkt. Die Spore greift auf die Energie zurück, die sie mit sich führt und produziert keine neue Energie. Deshalb ist dieser Zyklus beschränkt. Dadurch ist die parasitäre Spore kurzlebig und kann nur einen Wirt innerhalb von wenigen Tagen befallen (vgl. Hager 2018, 60 – 61).

Bei einer erfolgreichen Infektion wächst die Krebspest im Individuum an. Der Krebs verändert sein Verhalten und versucht, den Parasiten mit den Schreitbeinen abzustreifen. Es folgt der

Verlust der Gliedmaßen und der Tod tritt ein. Dieser Vorgang dauert einige Tage bis zu einer Woche bei einer Wassertemperatur von 20 C°. Bei geringeren Temperaturen dauert der Verlauf länger (vgl. Hager 2018, 60 – 61).

Alle Pacifastacus-Arten weisen eine Resistenz gegen die Aphanomyces astaci auf. Die Gattung kann den Erreger abkapseln und ist dadurch teilresistent. Wenn andere Krankheiten oder Stresssituationen auftreten, kann auch die Krebspest bei ursprünglich resistenten Arten wieder ausbrechen (vgl. Hager 2018, 62).

Die Krankheit kann durch direkten Besatz infizierter Individuen verschleppt werden. Auch der Besatz von Fischen, die mit dem Erreger Kontakt hatten, kann eine Übertragung in ein anderes Gewässer verursachen. Ebenso übertragen kontaminiertes Equipment von Fischern und Wasser den Erreger. Um eine Verbreitung einzudämmen, ist darauf zu achten, dass die Kleidung lange getrocknet wird. Desinfektion der Geräte tötet auch den parasitären Pilz. Bei einem infizierten Gewässer sind keine Symptome im Ökosystem erkennbar. Die Krebspest hat nur Einfluss auf Decapoden (vgl. Hager 2018, 62).

## Wege der Einwanderung

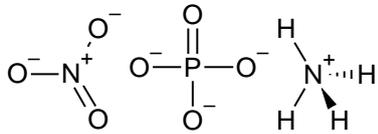
Der Signalkrebs stammt ursprünglich aus Nordamerika, westlich der Rocky Mountains. Bereits ab 1880 kam es in Mitteleuropa zu einem Krebssterben. Bis heute wird diskutiert, wie die Krebspest eingeschleppt wurde. 1860, angelangt in der Lombardei, verbreitete sich die Krankheit in ganz Europa (vgl. Hager 2018, 60).

Durch die erste Welle der Krankheit war die Krebspopulation drastisch geschwächt. Deshalb besetzte man von 1870 bis zum Ende der 1880iger Jahre die heimischen Gewässer mit Signalkrebsen. Die Resistenz des Signalkrebses gegenüber der Krebspest und sein hoher wirtschaftlicher Ertrag führten dazu, dass hauptsächlich diese Krebsart eingeführt wurde. Die neue ökologischere Denkrichtung der Gesellschaft führte zu einem Stopp bei der Aussetzung von Signalkrebsen (vgl. Hager 2018, 60).

Bis heute hält sich der Signalkrebs in unseren Gewässern und verdrängt weiterhin die einheimischen Krebsarten. Die damals entscheidenden Faktoren der Einführung von Neophyten sorgen nun für Schwierigkeiten in der Bekämpfung (vgl. Hager 2018, 62).

## Auswirkung auf das Ökosystem

Der Signalkrebs und die anderen amerikanischen Krebsarten verdrängen durch die mitgeschleppte Krebspest in unseren Gewässern die einheimischen Krebsarten. *Aphanomyces astaci* befällt ausschließlich Decapoden und keine anderen Lebewesen (vgl. Hager 2018, 61).



# Physikalische und chemische Parameter

## Phosphat

Phosphat ist ein essentieller Nährstoff für den Stoffwechsel von Pflanzen. Im Energiestoffwechsel wird er benötigt, um Adenosintriphosphat als Energietransporter zu bilden. In der Nucleinsäure und in Phosphorlipiden ist Phosphat ein Hauptbestandteil. Es ist zudem nur sehr begrenzt verfügbar. Daher gilt Phosphat als ein limitierender Nährstoff für das Pflanzenwachstum (vgl. Schwedt 1996, 18).

Phosphor liegt im Boden zu 60 % anorganisch vor. Die restlichen 40 % sind als organischer Phosphor unter anderem im Humus gespeichert. Phosphorverbindungen mit Ca, Fe, Al sind schwer löslich. Dadurch beschränkt sich der Kreislauf auf die Lithos-, Pedos- und Hydrosphäre. Über Pflanzen gelangt Phosphor zu Tieren und Menschen. Durch Exkremente gelangt Phosphor wieder in den Boden und der Kreislauf schließt sich. Mikroorganismen können durch die Produktion von Zitronen- und Schwefelsäure schwerlösliche Phosphorverbindungen verstoffwechseln und als Nebenprodukt Phosphor zur Verfügung stellen (vgl. Schwedt 1996, 18).

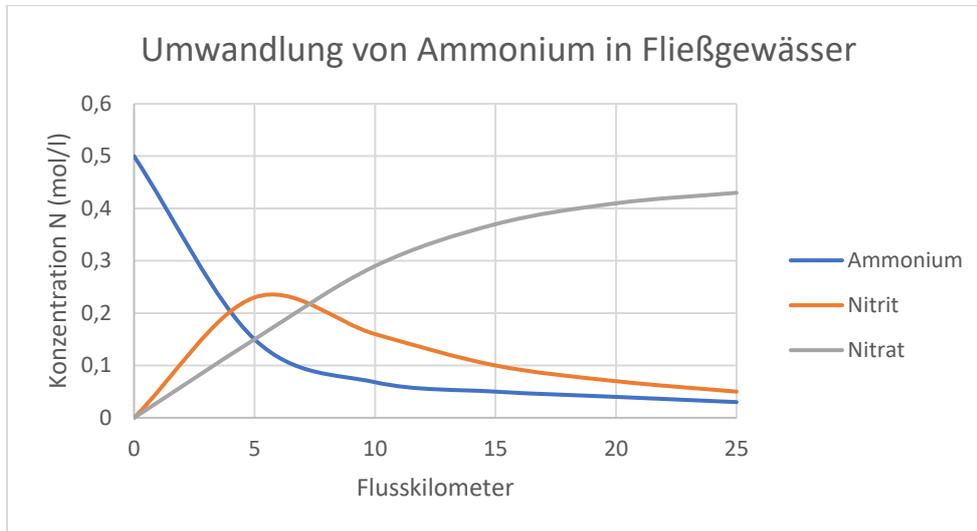
Durch die große Entnahme von Agrarprodukten wird dem Kreislauf Phosphor entzogen, der durch geochemische Verwitterung kaum ersetzt werden kann. Landwirte führen dem Boden zusätzlich Phosphat zu, um die Erträge zu steigern (vgl. Schwedt 1996, 18).

Erhöhte Konzentration von Phosphat in Fließgewässern stammt aus anthropogenen Abwässern. Exkremente, Wasch-, Spül- und Reinigungsmittel sorgen für eine erhöhte Konzentration in Vorflutern. Durch die Phosphatfällung in Kläranlagen wird das Phosphat technisch aus dem Abwasser entfernt. Ein Drittel dieser Phosphatbelastungen stammt aus landwirtschaftlichen Nutzflächen, wo Phosphatdünger durch den Niederschlag abgeschwemmt und in Oberflächengewässern eingetragen wird (vgl. Kölle 2003, 163).



Ammonium gelangt vor allem durch Düngung landwirtschaftlicher Nutzflächen in die Umwelt. Niederschläge und Abwässer verursachen eine Mobilisierung des Ammoniums. Es löst sich im Wasser und dadurch kann der Nährstoff in tiefere Bodenschichten gelangen. Drainagen und andere Entwässerungssysteme führen die Ammonium-Ionen in anliegende Gewässer. Dort verursacht es eine Eutrophierung. Unter Anwesenheit von Sauerstoff kann Ammonium mit

Hilfe von Bakterien in Nitrat umgewandelt werden. Die Nitrifizierung findet im Boden oder auch in Fließgewässern statt, wo Nitrosomonas das Ammonium in die Zwischenstufe Nitrit umsetzt. Durch Nitrobacter wird schlussendlich Nitrat gebildet (vgl. Schwedt 1996, 88).



Grafik 1 Umsetzung von Ammonium, Nitrit und Nitrat

(vgl. Schwedt 1996, 89)

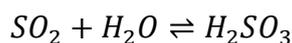
Tritt Stickstoff in Form von Ammonium in das Gewässer ein, so wird es unter Gegenwart von Sauerstoff zuerst in Nitrit umgesetzt. Die Ammoniumkonzentration fällt innerhalb von 5 km im Fließgewässer ab. Die Nitrit-Konzentration erreicht innerhalb der ersten 5 km ein Hoch. Ab diesem Nitrit-Hoch wird das Nitrat von Nitrobacter umgesetzt und die Konzentration des Nitrats steigt. Innerhalb von 25 km Flusslänge ist dieser Prozess abgeschlossen, wenn von außen keine neuen Belastungen eingeschwemmt werden und genügend Sauerstoff der Reaktion zur Verfügung steht (vgl. Schwedt 1996, 88).

## pH-Wert

Der pH-Wert ist der negative dekadische Logarithmus der  $H_3O^+$ -Ionen. Säuren geben protonierte Wasserstoffkerne ab, die sich am Sauerstoff-Atom des Wassermoleküls binden. Dadurch entsteht eine positive Überschussladung – der pH-Wert sinkt. Wird durch Basen, dem Wasser ein Wasserstoffkern entzogen, so steigt der pH-Wert (vgl. Kölle 2003, 67 – 68).

In der Atmosphäre werden durch den Regen Säurebildner wie  $NO_x^-$ , oder  $SO_2$ -Gase ausgewaschen. Durch trockene und nasse Deposition können die Stoffe in das Gewässer gelangen. Mit Wasser werden Salpetersäure und schwefelige Säure gebildet (vgl. Schwedt 1996, 92).





Durch trockene Deposition, wie Feinstaub, oder nasse Deposition kann Regen die Stoffe in das Gewässer einschwemmen. Der sinkende pH-Wert verursacht auch eine Freisetzung von Metallionen. Diese Nährstoffe werden dadurch mobilisiert (vgl. Schwedt 1996, 92).

Die anthropogenen Schadstoffe verursachen eine Versäuerung der Gewässer. Sinkt der pH-Wert unter 6,5, treten erste Schäden auf. Decapoden und Arthropoda können in Gewässern mit einem pH-Wert unter 5,5 nicht leben. Ab einem pH-Wert von 4,5 sterben alle Arten von Pisces (vgl. Schwedt 1996, 92).

## Leitfähigkeit

Die Leitfähigkeit gibt pauschal Aufschluss über die Gesamtkonzentration dissoziierter Ionen im Wasser. Durch die Ionen können mögliche Abwassereinleitungen festgestellt werden. Weiters kann auch auf das Nährstoffangebot geschlossen werden. Desto mehr Ionen gelöst sind, desto mehr Nährstoffe befinden sich im gelösten Zustand und haben das Potenzial, von Hydrophyten genutzt zu werden. Die Leitfähigkeit wird in Siemens pro Zentimeter angegeben. Das Messgerät misst den Stromfluss zweier Elektroden im reziproken Verhältnis zur Distanz. Die nachstehende Tabelle zeigt die Leitfähigkeit und mit welchen Wassertypen dieser Wert korreliert (vgl. Kölle 2003, 65 – 66).

*Tabelle 1 Leitfähigkeit von Wassertypen; (vgl. Kölle 2003, 66)*

0,042 $\mu\text{S}/\text{cm}$	reinste Wässer
0,5 – 5 $\mu\text{S}/\text{cm}$	destilliertes Wasser
100 – 300 $\mu\text{S}/\text{cm}$	mineralstoffarme Grundwässer
45 000 – 55 000 $\mu\text{S}/\text{cm}$	Meerwässer
>100 000 $\mu\text{S}/\text{cm}$	Lagerstättenwässer

## Sauerstoff

Sauerstoffproduzierende Hydrophyten erhöhen die Sauerstoffkonzentration in Gewässern. Durch die Anwesenheit von reinem Sauerstoff wird die Konzentration der reduzierten Komponenten im Gewässer, wie Eisen (II), Mangan (II), Schwefelwasserstoff, Methan, etc. verringert. Der Sauerstoffgehalt kann auch den pH-Wert beeinflussen. Bei höherem Sauerstoffgehalt steigt der Hydroxidgehalt im Gewässer. Wird viel organisches Material in ein Gewässer eingetragen, steigt der Verbrauch von Sauerstoff. Wird zu viel organisches Material dem Gewässer zugeführt, kommt es zum „Umkippen“ des Gewässers. „Umkippen“ beschreibt den Zustand völliger Sauerstoffarmut. Das Gleichgewicht zwischen Hydrophyten, Biomasse und Lebewesen im Gewässer ist in diesem „gekippten“ Zustand massiv gestört (vgl. Kölle 2003, 79 – 80).

# Methoden

## Libellen

### Artenvielfaltserhebung

#### Unterteilung in Abschnitte

Zuerst sucht man sich im Untersuchungsgebiet je 100 m lange Abschnitte. Es können pro Probenstelle auch mehrere gewählt werden, wenn ein sehr heterogener Lebensraum vorliegt. Dies ist oft nötig, um alle Libellen der verschiedenen Habitats zu erfassen.

#### Begehungen

Diese Abschnitte werden dann, wenn möglich gleich oft begangen, wobei darauf geachtet werden muss, dass man früh genug, d.h. schon im Mai, mit den Begehungen anfängt und auch noch bis in den Herbst hinein Kartierungen durchführt. Dies liegt daran, dass es Libellenarten gibt, deren Flugzeit bereits im Juli vorbei ist, jedoch andere deren Flugzeit sich bis in den September erstreckt. Man dokumentiert seine Beobachtungen durch Fotografien und fängt einzelne Individuen auch, um eine sichere Bestimmung zu gewährleisten.

#### Abundanzen

Die Anzahl der Individuen wird in sogenannte Abundanzklassen eingestuft.

Tabelle 2 Abundanzklassen

<b>Abundanzklassen</b>					
<b>Familien / Gattung</b>	<b>1 Einzelfund</b>	<b>2 selten</b>	<b>3 häufig</b>	<b>4 sehr häufig</b>	<b>5 massen- haft</b>
<b>Zygoptera ohne Calopterygidae</b>	1	2 - 10	11 - 25	26 - 50	> 50
<b>Calopterygidae und Libellulidae</b>	1	2 - 5	6 - 10	11 - 25	> 25
<b>Anisoptera ohne Libellulidae</b>	1	2	3 - 5	6 - 10	> 11

Die Anzahl der Individuen gilt je 100 m.

## **Bodenständigkeit**

Die Art wird als sicher bodenständig, wahrscheinlich bodenständig oder als möglicherweise bodenständig bezeichnet, wenn:

- **sicher bstd.:** Ein frisch geschlüpftes Individuum oder eine Exuvie beobachtet wurde.
- **wahrscheinlich bstd.:** Die Art zeigte Reproduktionsverhalten wie Kopula, Tandem oder Eiablage und / oder hat mit einer Begehung eine Einstufung in die Abundanzklasse 3 oder höher erreicht.
- **möglicherweise bstd.:** Die Art ist an zwei Tagen bei derselben Probenstelle nachgewiesen worden, zeigte jedoch kein Reproduktionsverhalten und wird in die Abundanzklassen 1 oder 2 eingestuft.

## Bewertung mittels Odonata Fließgewässer-Zonations-Index (OFZI)

Tabelle 3 Valenzpunkte der Libellen des Epipotamals

Artenname	Valenzpunkte
<i>Chalcolestes viridis</i>	1
<i>Calopteryx splendens</i>	4
<i>Calopteryx virgo</i>	2
<i>Platycnemis pennipes</i>	2
<i>Coenagrion pulchellum</i>	1
<i>Coenagrion scitulum</i>	1
<i>Enallagma cyathigerum</i>	1
<i>Erythromma lindenii</i>	2
<i>Erythromma viridulum</i>	1
<i>Ischnura elegans</i>	2
<i>Ischnura pumilio</i>	1
<i>Pyrrhosoma nymphula</i>	1
<i>Aeshna cyanea</i>	1
<i>Aeshna mixta</i>	1
<i>Anax imperator</i>	1
<i>Gomphus vulgatissimus</i>	5
<i>Onychogomphus forcipatus</i>	3
<i>Ophiogomphus cecilia</i>	5
<i>Crocothemis erythraea</i>	1
<i>Libellula depressa</i>	1
<i>Libellula fulva</i>	2
<i>Libellula quadrimaculata</i>	1
<i>Orthetrum albistylum</i>	1
<i>Orthetrum brunneum</i>	1
<i>Orthetrum cancellatum</i>	1
<i>Sympetrum pedemontanum</i>	1
<i>Sympetrum striolatum</i>	1
<b>Summe</b>	<b>45</b>

Diese Bewertung wurde bei zwei Studien an rithralen Gewässern entwickelt. Sie bewertet das vorliegende Gewässer anhand der Einteilung in Bioregionen und zugehöriger Libellen Leit- und Begleitarten. Die Libellen werden anhand ihrer Valenzpunkte im jeweiligen Bioregionentyp unterteilt.

Im Bioregionentyp der Naarn, dem Epipotamal, gibt es insgesamt 27 Arten, die mindestens einen Valenzpunkt im Epipotamal besitzen. Die Summe der Valenzpunkte im Epipotamal beträgt 45, was bedeutet, dass gerundet durchschnittlich zwei Punkte auf eine Art entfallen. Wenn eine Libellenart nun mehr als zwei Punkte im Epipotamal besitzt, wird sie als Leitart bezeichnet. Jene Arten, die genau zwei Valenzpunkte in dieser Bioregion besitzen, werden als Begleitart erster Ordnung bezeichnet und diejenigen Arten, welche nur einen Punkt besitzen, gehören zur Gruppe der Begleitarten zweiter Ordnung.

Als Nächstes ordnet man dann, je nach Artenzahl, den einzelnen Gruppen die zugehörigen Statusklassen zu. Die Statusklassen sind der folgenden Tabelle zu entnehmen und ergeben sich daraus, wie viele Arten nachgewiesen wurden. Ebenfalls jener Tabelle zu entnehmen ist der Gewichtungsfaktor der jeweiligen Gruppe. Man geht so vor, dass man nach der Begehung die Artenzahl der in irgendeiner Art bodenständigen Arten (s./w./m. bodenständig) mit der Tabelle vergleicht. Dementsprechend ordnet man jeder Gruppe der Probenstelle eine Statusklasse zu.

Tabelle 4 Statusklassen

Gruppen der Referenzarten:	Gewichtungsfaktor	Gesamte Artenzahl laut Tabelle 2	Statusklassen				
			1	2	3	4	5
<b>Leitart</b>	4	4	4 / 3	2	1		0
<b>Begleitart 1. Ordnung</b>	2	5	5 / 4	3	2	1	0
<b>Begleitart 2. Ordnung</b>	1	18	≥ 6	5 / 4	3	2	1 / 0

Nachdem dies geschehen ist, kann man mit der Berechnung nach der OFZI-Formel beginnen.

$$\sum (SK \times GF) / \sum GF = OFZI \text{ (Zustandsklasse des Fließgewässers)}$$

Nach der Berechnung erhält man einen Zahlwert von eins bis fünf, welcher in folgender Tabelle einen ökologischen Zustand ergibt.

Tabelle 5 Zustandklassen

Wert der OFZI-Berechnung	Zustand aus Sicht der Libellenökologie
1,00 – 1,49	1 sehr gut
1,50 – 2,49	2 gut
2,50 – 3,49	3 mäßig
3,50 – 4,49	4 unbefriedigend
4,50 – 5,00	5 schlecht

Anzustreben ist zumindest der gute ökologische Zustand.

# Behaviorismus der Prachtlibellen in Bezug auf Hydrophyten und Restrukturierungen

## Einen markanten, repräsentativen Bereich auswählen

Man beginnt indem man einen für die Probenstelle repräsentativen Bereich mit einer Größe von ca. 6 m<sup>2</sup> auswählt. Dieser sollte einerseits so viele Prachtlibellen wie möglich und möglichst heterogene bzw. für die Probenstelle typische Strukturen aufweisen. So wurde zum Beispiel in der Probenstelle Kickenau ein Bereich beobachtet, welcher Totholz aufweist. Hier kommen keine Hydrophyten, wie der Pinselblättrige-Wasserhahnenfuß und das Krause Laichkraut vor. Der Bereich wird durch imaginäre Grenzen von der Umwelt abgeschnitten. Dokumentiert wird nur Verhalten, das innerhalb jener Grenzen praktiziert wird.



Abb. 12 Bereich Kickenau mit zahlreichen Prachtlibellen Foto: Th.P.

## **Beobachtung**

Innerhalb des Bereichs wird nun zur Mittagszeit sämtliches Verhalten beobachtet. Man beobachtet zwei Mal pro Bereich: einmal von ca. 11:30 – ca. 12:00 Uhr und einmal von ca. 12:30 – ca. 13:00 Uhr. Die Beobachtung muss zur Mittagszeit erfolgen, da die Libellen hier am aktivsten sind. Wichtig ist, dass Libellen, die den Bereich verlassen, nicht mehr zu berücksichtigen sind. Dahingegen sind Libellen, welche in den Bereich fliegen, aufzunehmen. Das Wetter sollte möglichst windstill sein, da das Ergebnis sonst massiv beeinträchtigt wird. Ebenfalls sollte es sonnig sein, da Libellen bei Licht wesentlich bewegungsfreudiger sind. Es ist auch hilfreich, wenn Störungen durch andere Libellen oder sonstige Tiere dokumentiert werden. So schrecken Prachtlibellen oft aufgrund von patrouillierenden Großlibellen auf (vgl. Dijkstra 2014, 5 – 6).

## **Verhaltensbewertung**

Um es übersichtlicher zu gestalten wird das Verhalten in Gruppen gegliedert:

- **Jagd:**  
Hier fällt Verhalten wie Beuteverfolgung und Verzehr von Insekten hinein
  
- **Revierkampf:**  
Ein Revierkampf findet unter Artgenossen aber auch zwischen verschiedenen Arten statt. Es handelt sich nur dann um einen Revierkampf, wenn nicht um ein Weibchen gerungen wird.
  
- **Paarungsverhalten primär:**  
Hierunter versteht man die Eiablage und die Kopulation.
  
- **Paarungsverhalten sekundär:**  
Darunter fallen Kämpfe um Weibchen, die Verfolgung von Weibchen, Paarungsversuche aber auch Schlusslichtsignale (siehe Bild unten).



*Abb. 13 Männchen zeigt Schlusslicht Foto: Th.P.*

Man vergleicht anschließend das beobachtete Verhalten in Bezug auf die Strukturevielfalt (restrukturiert / nicht restrukturiert) und in Bezug auf den Bestand der Hydrophyten (ohne Bewuchs / Pinselblättriger Wasserhahnenfuß / Krauses Laichkraut) im ausgewählten Bereich, um eventuelle Unterschiede zu erkennen.

# Makrozoobenthos

## Kicksampling:

### Technische Grundausstattung:

- Kescher (ca. 25 x25 cm; Maschenweite 500 µm; Netztiefe 70cm)
- Mind. Einen 10-Liter Eimer
- Feldprotokoll
- Mehrere große Weißschalen
- Pinzette
- Permanentmarker
- Wathose bzw. Gummistiefel
- Ethanol

Die Beprobung erfolgt grundsätzlich entgegen der Fließrichtung des Gewässers beginnend am unteren Ende der Probestelle. Für die Entnahme der Probe werden zunächst viele „Teilproben“ in der Größe des Keschers entnommen. Dabei wird der Kescher senkrecht zum Gewässerboden aufgesetzt und das Substrat in Fließrichtung vor dem Kescher mit dem Fuß aufgewirbelt. Diese Methode nennt sich Kicksampling, bei welcher das Substrat bis zu einer Tiefe von ca. 2 bis 5 cm aufgewirbelt wird, sodass möglichst viele Organismen in den Kescher gespült werden. In geringer Tiefe werden größere Steine und Totholz möglichst gründlich mit der Hand abgewaschen, um anhaftende Köcherfliegenlarven etc. zu sammeln. Circa nach allen drei bis fünf Teilprobenahmen sollte der Kescher ausgeleert und das Substrat in einen mit ca. 2 bis 3 Litern Wasser gefüllten 10 Liter Eimer gefüllt werden. Das gesamte Probenmaterial sollte die Hälfte des Gefäßvolumens nicht überschreiten. Ansonsten empfiehlt es sich das Material auf mehrere Gefäße zu verteilen. Rollen größere Steine aufgrund der Strömung in den Kescher, können diese zwischendurch aus dem Kescher entfernt werden, nachdem die anhaftenden Organismen gelöst und in den Kescher zurückgegeben wurden.

# Kicksampling

## Probenahme:

Die Probestellen wurden alle gleich mittels Kicksampling beprobt dazu wird ein repräsentativer Querschnitt der Probestelle genommen und 10 Minuten lange beprobt. Das Beprobieren funktioniert folgendermaßen: Zuerst wird der Kescher in Fließrichtung des Flusses ausgerichtet und bis an den Boden abgesenkt. Danach beginnt man vor dem Kescher den Boden mit den Fuß leicht aufzuwirbeln, ohne zu viel Sediment in den Kescher zu befördern. Das Makrozoobenthos wird dies als Gefahr wahrnehmen und sich mit der Strömung wegschwemmen lassen. Die Makrozoobenthos werden anschließend in einem verschließbaren Glas mit Ethanol konserviert.

Zudem um strömungsarme Bereiche zu beproben, wie Buchten, wurden Sedimentproben entnommen und mit Ethanol vermischt, um alle Tiere darin abzutöten. Die Sedimentproben werden in kleinen Portionen in eine Schale überführt, um diese genauer betrachten zu können und um alle Makrozoobenthos entnehmen zu können.

Da sich einige Tierchen auch unter Steinen verstecken oder diese als Lebensraum brauchen werden einige große Steine aus dem Wasser gefischt und die Unterseite des Steines genauer betrachtet. Es sollten sich hauptsächlich Köcherfliegenlarven darauf befinden welche sich mit etwas Geschick und Kraftaufwand ohne Beschädigungen entfernen lassen.

Die Ufer sind meistens bewachsen und es ragen auch einige Wurzeln in den Fluss welche auch Makrozoobenthos beherbergen. Deswegen müssen auch diese entnommen werden und untersucht werden.

Der Kescher wird anschließend in einem Eimer mit Wasser entleert. Die Makrozoobenthos jeder Probestelle wurden nach Probestellen unterteilt in verschließbare Gläser gegeben und mit Ethanol aufgefüllt. Bei Probestellen mit Pinselblättrigen Wasserhahnenfuß wurden zudem noch Proben vom Wasserhahnenfuß selbst entnommen und auch in ein Glas gegeben und mit Ethanol konserviert.

## Bestimmung:

Nach dem Probennehmen werden die Proben einzeln im Labor in größere Schalen überführt, um grobes Sediment und Pflanzenteile zu entfernen. Anschließend werden die Makrozoobenthen in ihre Gattungen unterteilt und in einem kleinen Plastikbehälter zwischengelagert und beschriftet, um das spätere Bestimmen leichter zu gestalten.

Bestimmt wird mit einem Binokular-Mikroskop und der Bestimmungsliteratur Saprobier-DIN-Arten 10.

Es wird von jedem Exemplar ein Foto gemacht und anschließend kategorisch und beschriftet Digital abgelegt. Danach wurden die Ergebnisse in eine Excel Tabelle folgendermaßen eingetragen:

*Tabelle 6 Erhebungsdatenblatt*

Gattungen	Art	Anzahl	Abundanz	Ernährungstypen

Der Ernährungstyp wurde in der Fauna Aquatica Austriaca nachgeschlagen, um festzustellen, ob der Wasserhahnenfuß als Nahrungsquelle dient.

Die bestimmten Exemplare werden noch für mögliche Nachkontrollen in kleinen Behältnissen konserviert und mit einer Nummer versehen, welche mit der digitalen Katalogisierung übereinstimmt.

# Krebse

Es gibt unterschiedliche Methoden, Krebse zu fangen. Generell beschreibt die Fachliteratur, dass die beste Fangzeit in der Vegetationsperiode um Mitte Juli bis Ende September und abhängig von der Gewässertemperatur und der Häutungsphase der Krebse ist (vgl. Hager 2018, 80).

## Händisches Fangen

Krebse lassen sich mit der Hand oder einem Hilfsmittel, wie zum Beispiel dem Kescher fangen. Dazu wird ein Stein umgedreht. Der Krebs bleibt meist ruhig unter dem Stein sitzen. Nun kann man mit der Hand oder einem Kescher den Krebs fangen. Der Nachteil dieser Methode ist, dass sie viel Zeit in Anspruch nimmt und in Relation zur Fangmenge ineffizient ist. Die Fangstelle muss gewisse Kriterien erfüllen. Zum einen darf die Stelle nicht zu tief oder zu trüb sein. Unter anderem müssen die morphologischen Gegebenheiten des Flussbettes ein Substrat aufweisen, das ein händisches Umdrehen von Steinen ermöglicht. Dadurch ist die händische Fangmethode für wissenschaftliche Zwecke eher subjektiv zu betrachten, weil nur gewisse Typen von Lebensräumen für Untersuchungen ausselektiert werden (vgl. Hager 2018, 78).

An der Naarn gibt es vereinzelt Stellen, an denen diese Methode angewendet werden kann. Die Ufermorphologie mit den Steinbefestigungen bietet nicht die Möglichkeit, Steine händisch zu entfernen. Nur im Flussbett befinden sich Stellen mit kleineren Steinen.

## Krebse angeln



Abb. 14 Angel mit Köder; Foto: M. Grammer

Bei dieser Methode wird eine Angelschnur mit einem Köder bestückt. Mit der Angel wird in Ufernähe der Krebs aus den Schutzhöhlen gelockt, um den Köder zu fassen. Nun wird die Angel bis kurz unter die Wasseroberfläche gezogen und mit einem Kescher der Krebs eingefangen. Würde man den Köder mit

dem Krebs gemeinsam aus dem Wasser ziehen, würde der Krebs den Köder freigeben und wieder in das Wasser zurückfallen. Falls sich der Krebs nicht am Köder festhält, kann der Fluchtweg mit einem Kescher abgeschnitten und so der Krebs gefangen werden.

## Reusen

Die Reuse gilt in der Krebsfischerei als die am häufigsten angewandte Methode. Sie ist sehr einfach und effizient (vgl. Hager 2018, 79).



Abb. 15 Reuse mit 2 *Pacifastacus leniusculus*;  
Foto: M. Grammer

Die Reuse an sich ist ein Drahtkörper, der zwei verengende Eingänge für die Tiere bietet. Durch die meist kegel- oder keilförmige Verengung nach innen kann das Individuum nicht mehr nach außen gelangen. Die Reuse wird mit einem Köder bestückt, der die Tiere anlockt. Die Platzierung erfolgt in der Nähe von

möglichen Lebensräumen für Krebse. Mit einer Schnur wird der Drahtkörper am Ufer gesichert. Je nach Abundanz können die Fangvorrichtungen im Gewässer verbleiben. Bereits am Nachmittag kann die Reuse ausgebracht werden. Meist bleibt sie während der Nacht ausgelegt und am nächsten Morgen wird sie entleert. Dabei ist darauf zu achten, dass die Reuse nach oberösterreichischem Fischereigesetz innerhalb der nächsten 12 Stunden zu kontrollieren oder zu entnehmen ist (vgl. Hager 2018, 79 – 80).

Deshalb wurde für die Untersuchungen an der Naarn ein Zeitraum von 9 Uhr abends bis 9 Uhr morgens gewählt. Bei Anwendung dieser Methode ist mit Beifang zu rechnen. Auch Fische können angelockt und gefangen werden. Dennoch ist die Reuse eine schonende Fangmethode. Die Fische erleiden keine Verletzungen und können wieder ausgesetzt werden. Raubvögel wie der Gänsesäger haben die Möglichkeit, den Fang in der Reuse zu erkennen und hinein zu schwimmen. Der Raubvogel kann nicht entkommen und ertrinkt. Unfälle wie diese passieren jedoch selten.



Abb. 16 Reuse mit Beifang; Foto: M. Grammer

## Köder

Die lokalen Fischer betrachten Hundefutter als einen guten Köder. Vor allem lässt sich dieser leicht an der Angel befestigen. Bei Verwendung von Reusen ist darauf zu achten, dass das Hundefutter in einem Netz platziert wird, weil sonst die Krebse von außen an den Köder gelangen könnten. In Reusen werden auch noch zusätzlich mit Rind- oder Schweinefleisch gute Erfolge erzielt. Hager empfiehlt Leberteile vom Rind oder Schwein, die nicht zu alt sind. Fischteile können auch verwendet werden. Nach einmaliger Verwendung sollte der Köder getauscht werden, weil er an Attraktivität für die Krebse verliert (vgl. Hager 2018, 80).

## Methodenfindung



Abb. 17 Reuse mit Absperrenetz; Foto: M. Grammer

Zu Beginn des Messzeitraumes im Juli 2019 wurde eine hohe Abundanz an Decapoden in der Naarn vermutet. Um wissenschaftliche Ergebnisse zu erheben, wurde die Reuse als Fangkörper in Verbindung mit Absperrnetzen angestrebt, um einen genau definierten Flussabschnitt zu befischen.

Die Absperrnetze bringen einige Nachteile mit sich. Einerseits haben Netze einen höheren hydrologischen Widerstand. Das eingefangene Laubgut erhöhte den Widerstand zusätzlich. Andererseits ist es schwierig, die Netze im sandigem bis steinigem Substrat zu befestigen. Dadurch waren die Netze nicht dicht und hatten keine trennende Wirkung.

Durch einen Test in der Donau an einer Stelle mit bekannter, hoher Abundanz wurde die Reuse als Fangmethode erfolgreich getestet. Wie auch Hager schrieb, stellte sich heraus, dass Rind- und Schweinsleber in Verbindung mit Hundefutter gute Köder sind.

# Untersuchung der Krebse



## Gewichtsbestimmung

Das Gewicht wurde auf einer Briefwaage in einem Metallbehälter durchgeführt.

*Abb. 18 Messung des Gewichtes;  
Foto: M. Grammer*

## Messung der Carapaxlänge

Die Carapaxlänge wird von Rostrum bis Telson gemessen. Die Scheren haben keinen Einfluss



*Abb. 19 männ. und weib. Individuum; Foto: M. Grammer*

auf die Messung. Die Messung ist nur bei Rostrumschäden ungenau (vgl. Hager 2018, 83).

## Morphologischer Gesundheitszustand

Krankheiten und Verletzungen werden anhand des morphologischen Erscheinungsbildes festgestellt. Durch dies kann auf innerartliche und außerartliche Kämpfe rückgeschlossen werden.

## Geschlechtsbestimmung

Für die Geschlechtsbestimmung wird zwischen den Schreitbeinen festgestellt. Das Vorhandensein von Begattungsgriffeln (Gonopoden) weist ein männliches Individuum nach. Weibliche Decapoden besitzen keine Griffel oder andere Körperteile an dieser Stelle. Die nachfolgenden Bilder visualisieren die Unterschiede (vgl. Hager 2018, 55).



Abb. 20 männliches Individuum; Foto: M. Grammer



Abb. 21 weibliches Individuum; Foto: M. Grammer



Abb. 22 männ. und weib. Individuum; Foto: M. Grammer

Auch durch den Thorax kann eine Unterscheidung von männlichen und weiblichen Signalkrebsen erfolgen. Der obere Krebs ist wesentlich breiter gebaut und weist große Scheren auf. Deshalb handelt es sich, im Unterschied zum unteren Krebs, um ein Männchen, während der untere Signalkrebs deutlich schmaler gebaut ist.

## Physikalisch/chemische Parameter



Abb. 23 Multimeter; Foto: M. Grammer

Parallel zu den zoologischen Messungen werden die chemischen Parameter in einem zwei- bis drei-wöchigen Intervall gemessen. Die Messstellen werden repräsentativ zur Probenstelle gewählt. Dafür wird Wasser aus dem Hauptstrom der Naarn entnommen. In jedem Feld werden mit dem Multimeter (Hach Lange; HQ40d) Luftdruck, Temperatur, Sauerstoffkonzentration, pH-Wert und Leitfähigkeit erhoben.

Wasserproben werden unter Luftabschluss entnommen und innerhalb von 24 Stunden im Labor auf Nitrat, Ammonium und Phosphat untersucht. Im Labor der Schule werden mit der Photometer-Methode (Merck Spectroquant Pharo 100) die jeweiligen Konzentrationen bestimmt.

### Phosphat – 00 474

5 ml Probe werden in das Reagenzglas überführt. 5 Tropfen des Reagens P-1K werden hinzugegeben und durchmischt. Eine Dosis wird mit der Dosierhilfe zugeben und wieder gemischt. Nach 5 Minuten Reaktionszeit kann im Photometer die Messung vorgenommen werden.

Bestimmungsgrenzen: 0,5 - 20 mg/l

### Ammonium – 114 752

Zur Probenvorbereitung werden 5 ml der Proben in ein Reagenzglas pipettiert. 0,6 ml des NH<sub>4</sub>-1 Reagenzes werden hinzugegeben und gemischt. Ein Mikrolöffel des NH<sub>4</sub>-2 Reagenzes wird ins Reagenzglas überführt und durchmischt. Nach 5 Minuten Reaktionszeit können 4 Tropfen NH<sub>4</sub>-3 hinzugegeben werden. Nach dem Durchmischen und 5 Minuten Reaktionszeit wird die Probe in eine 10 mm Küvette überführt und im Photometer gemessen.

Bestimmungsgrenzen: 0,05 - 3 mg/l

### Nitrat – 114 773

In ein trockenes Reagenzglas wird ein gestrichener Mikrolöffel NO<sub>3</sub>-1 eingeführt. 5 ml NO<sub>3</sub>-2 wird überführt und durchmischt bis sich Reagens eins gelöst hat. 1,5 ml Probe wird vorsichtig hinzugegeben und durchmischt. Nach 10 Minuten Reaktionszeit wird die Probe in eine 10 mm Küvette überführt und gemessen.

Bestimmungsgrenzen: 0,05 - 5 mg/l

## Strömungsgeschwindigkeit



Abb. 24 Hydrometrischer Flügel; Foto: M. Grammer

Die Strömungsgeschwindigkeit wird quer zum Flussbett mit dem Hydroflügel gemessen. Dafür wird eine repräsentative Stelle der Probenstelle gewählt. In 10 cm Höhe des Flussbettes werden die Messungen durchgeführt. Mehrere Messungen quer im Flussbett werden erhoben und daraus der Mittelwert berechnet.

# Ergebnisse und Interpretation

## Probenstelle Restrukturierungs-Ab-schnitt Naarn-Kickenau

### Standortbeschreibung

Die Kickenau in der Nähe von Perg ist die jüngste Restrukturierung an der Naarn. Sie wurde im Jahr 2016 fertiggestellt. Das Flussbett wurde durch baubiologische Maßnahmen von der begradigten Struktur in ein naturnahes mäandrierendes Gerinne zurückgeführt. Die Begradi-gung bei Perg hatte den Zweck agrarwirtschaftlich nutzbare Flächen zu erschließen. Durch die Restrukturierungsmaßnahmen wird versucht, den ursprünglichen Zustand des Gewässers, so-fern dies möglich ist, wiederherzustellen. Außerdem dient der geschaffene Naturraum als Naherholungsgebiet für die Bewohner. Im unteren Bild links kann man einen Fahrrad- und Gehweg erkennen, welcher dem Flusslauf folgt.

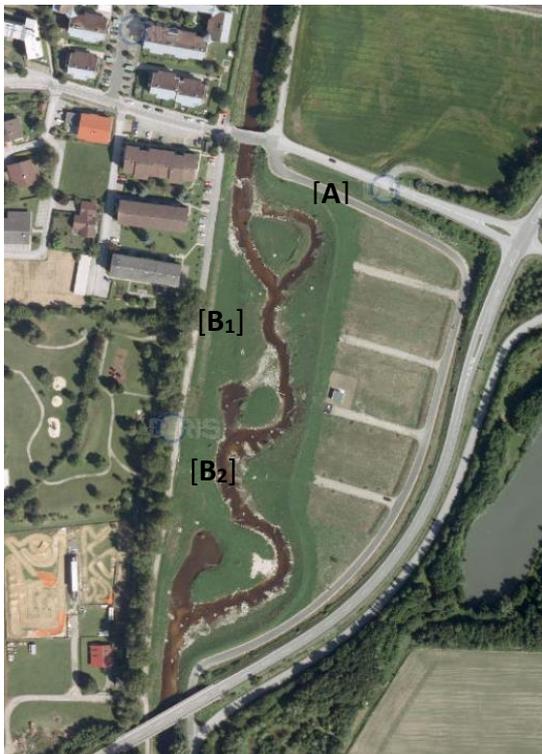


Abb. 25 Luftbild der Probenstelle Kickenau; Foto: Doris

### Beschreibung

Die Restrukturierung Naarn-Kickenau weist im Vergleich zu den anderen drei Restrukturierungen eine besonders breite Ausweitung des Flussbettes von rund 60 m auf einer Länge von 350 Flussme-tern auf. Der Seitenarm rechts oben im Bild [A] neben dem Hauptgerinne ist strömungsberuhigt. Stehende Biotope mit schlammigem Sediment sind in den zwei Buchten [B<sub>1</sub>+B<sub>2</sub>] zu finden. Auf-grund der geringen Strömung verschlammt der Buchtgrund zunehmend.

Durch ingenieurbioologische Maßnahmen, wie z.B.: Holzstämmen, Wurzelstöcken, etc. werden im

Hauptgerinne kleinere Biotope mit geringer Fließgeschwindigkeit geschaffen. Das Höhenprofil der Restrukturierung ähnelt einer Wanne. Bei Hochwasser ist mehr Raum für Wassermassen vorhanden, um die umliegenden Straßen und Schrebergärten zu schützen. Diese Probenstelle beinhaltet weder das Krause Laichkraut noch den Pinselblättrigen Hahnenfuß.

*(Land Oberösterreich; [www.land-oberoesterreich.gv.at](http://www.land-oberoesterreich.gv.at); 3.9.2019)*

*(Land Oberösterreich; [www.doris.at](http://www.doris.at); 3.9.2019)*

# Libellen

## Artenspektrum

Tabelle 7 Artenvielfalt Kickenau

	Artname (lateinisch)	RL	Abundanz
Kleinlibellen	Calopteryx splendens	NT	3**
	Calopteryx virgo	NT	4**
	Lestes dryas	CR	2*
	Chalcolestes viridis	LC	2*
	Platycnemis pennipes	LC	3**
	Ischnura elegans	LC	2*
Großlibellen	Aeshna mixta	LC	3**
	Anax imperator	LC	3**
	Onychgomphus forcipatus	VU	2*
	Ophiogomphus cecilia	VU	2***
	Cordulegaster boltonii	VU	1
	Orthetrum spp.	-	2
	Sympetrum vulgatum	LC	2*
	Sympetrum striolatum	LC	3**
<b>Artenzahl</b>			
Artenzahl gesamt			14
sicher bodenständige Arten			1
wahrscheinlich bdst. Arten			6
möglicherweise bdst. Arten			4
nicht bdst. Arten			2
<b>Berechnung Odonata-Fließgewässer-Zonations- Index (OFZI)</b>			
s/w/m bdst. Leitarten			3
s/w/m/ bdst. Begleitarten 1. O.			3
s/w/m/ bdst. Begleitarten 2. O.			4
Wert OFZI			1,43
ökologischer Zustand			1

### Odonata-Fließgewässer-

#### Zonations Index

$$OFZI = \sum (SK * GF) / \sum GF$$

$$OFZI_{Kickenau} = \frac{(1*4+2*2+2*1)}{(4+2+1)}$$

SK: Statusklasse (Tabelle 3)  
siehe Theorie

GF: Gewichtungsfaktor



Abb. 26 Aeshna mixta ♂ Foto: Th. P.

1: Einzelfund, 2: selten, 3: häufig, 4: sehr häufig, 5: massenhaft; Tab. 2

\*\*\* sicher -, \*\* wahrscheinlich -, \* möglicherweise bodenständig

RL: Rote Liste Österreich:

CR Critically Endangered, VU Vulnerable, NT Near Threatened, LC Least Concern

grün: Leitarten, hellgrün: Begleitarten erster Ordnung, grau: Begleitarten zweiter Ordnung.

In der restrukturierten Kickenau wurden 14 verschiedene Arten nachgewiesen, wovon 6 Arten zu den Kleinlibellen (Zygoptera) und die restlichen 8 Arten zu den Großlibellen (Anisoptera) zählen. Zwei gefundene Blaupfeile, *Orthetrum* spp., konnten nicht auf die Art genau bestimmt werden, was jedoch keinen Einfluss auf den OFZI-Wert hat. Es wurden drei der vier Leitarten als sicher - , wahrscheinlich - oder möglicherweise bodenständig eingestuft, was die Statusklasse 1 ergibt.



Abb. 27 *Sympetrum striolatum* ♂ Foto: Th.P.

Von den Begleitarten erster Ordnung wurden 3 Arten als s., w. oder m. bodenständig eingestuft was bedeutet, dass hier die Statusklasse 2 vorliegt. Die Begleitarten zweiter Ordnung waren hier am artenreichsten von allen Probenstellen, wodurch sich auch bei jenen Begleitarten die Statusklasse 2 herauskristallisiert. Durch diese Diversität ist der ökologisch beste Zustand aller Untersuchungsgebiete erreicht worden. Mit einem OFZI von 1,43 ergibt sich ein sehr guter ökologischer Zustand.



Abb. 28 : *Lestes dryas* ♂ Foto: Th.P.

Diese hohe Diversität ist vor allem darauf zurückzuführen, dass nicht nur die typisch sedimentgebundenen Leitarten einen geeigneten Lebensraum vorfinden, sondern sehr viele Kleinchoriotope (Schilfufer, Altarm, schlammige Bucht, Wurzelstock, ...) vorhanden sind. Rechts oben ist die vom Aussterben bedrohte glänzende Binsenjungfer (*Lestes dryas* ♂) zu erkennen, welche im Altarm der Kickenau als möglicherweise bodenständig kategorisiert wurde. Diese Art liebt die im Altarm vorhandenen schwankenden Wasserspiegel und wurde daher nur in dieser choriotopeichen Restrukturierung entdeckt. Ähnlich verhält es sich auch mit der Herbst-Mosaikjungfer (*Aeshna mixta* ♂), auf der vorhergehenden Seite ersichtlich, welche die zwei schlammigen Buchten und den Altarm bevorzugt.

## Behaviorismus der Prachtlibellen

*Tabelle 8 Verhalten der Prachtlibellen Kickenau*

Kickenau				
Erhebung	Jagd	Revierk.	Paarungsverhalten	Häufigkeit
1.	1	6	(7)	sehr häufig 4
2.	2	6	(3)	sehr häufig 4

Die Prachtlibellen zeigten zwar weder Eiablage noch eine Paarung, jedoch ist natürlich nicht auszuschließen, dass derartiges Verhalten im Gebiet praktiziert wird, weil die Untersuchung zeitlich sehr beschränkt war (je ½ Stunde pro Erhebung, während der Mittagszeit). Das Paarungsverhalten könnte demnach hier seltener oder gar nicht vorhanden sein, was sich vermutlich darauf zurückführen lässt, dass sich hier keinerlei Hydrophyten finden. Die Abundanz der Libellen insgesamt war nämlich hoch genug, um signifikante Ergebnisse zu ermöglichen.

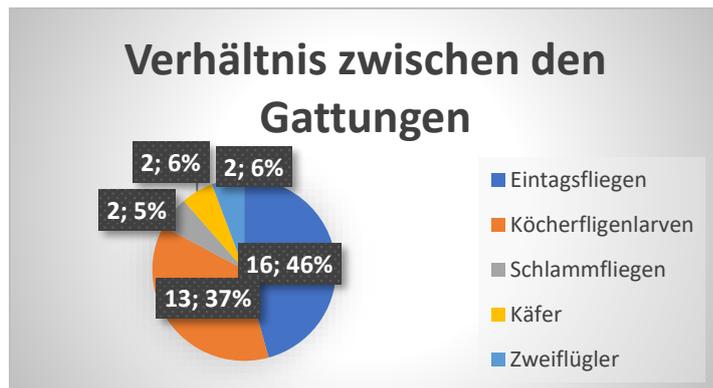
# Makrozoobenthos

Tabelle 9 Makrozoobenthos Kickenau

Gattungen	Art	Anzahl	Abundanz	Ernährungstypen
<b>Eintagsfliegen</b>				
	Ptilocolepus granulatus	1	1	GRA 5; DET 5
	Oligoneurelia sp.	4	2	GRA 5; DET 5
	Ecdyonurus spp.	11	3	GRA 5; DET 5
	Baetis sp.	3	2	GRA 5; DET 5
<b>Schlammfliegen</b>				
	Sialis nigripes	2	1	
<b>Köcherfliegenlarven</b>				
	Rhyacophila sp.	12	3	PRE 10
	Ecnomus tellenus	1	1	PRE 9; PFIL 1
<b>Käfer</b>				
	Liminus	2	1	SHR+; GRA*; DET+
<b>Zweiflügler</b>				
	Pychoptera sp.	1	1	
	Limuniidae	1	1	

## Beschreibung:

In der Kickenau kommt aufgrund der sehr vielfältigen Restrukturierung, welche im Jahr 2016 fertiggestellt wurde, gegenüber den anderen Probenstellen eine verhältnismäßige hohe Artenvielfalt vor. In den beruhigten Buchten, wo sich Schlamm abgesetzt hat wurden besonders Schlammfliegen und ein Wenigborster entdeckt. Die häufigsten Makrozoobenthen sind aber Eintagsfliegenlarven mit einer Artenvielfalt von vier und Köcherfliegenlarven mit zwei verschiedenen Larvenarten, welche in den schnell fließenden Bereichen gefunden wurden. Die Köcherfliegenlarven haben in der Kickenau ein Habitat, da im schnellfließenden Bereich viele größere Steine vorhanden sind, an denen sie sich „ankleben“ können und an denen sich auch Eintagsfliegen aufhalten. Zudem wurden eine Käferart gefunden und zwei Zweiflüglerlarven.



Grafik 2 Verhältnis der Abundanzen Kickenau

Es ist klar zu erkennen, dass die Eintagsfliegenlarven gleich gefolgt von den Köcherfliegenlarven die verhältnismäßig höchste Anzahl haben und gemeinsam auf 76% der gefundenen Makrozoobenthon kommen.

### Ernährungstypen:

Der dominante Ernährungstyp der Kickenau ist die Gruppe der Weidegänger (GRA). Dies ist naheliegend, da sich in dieser Probenstelle einige mit Biofilm bewachsene Steine und Substrate befinden. Des Weiteren zu erwähnen sind die Räuber (PRE), welche einen sehr wichtigen Bestandteil in der Nahrungskette bieten und auf ein gesundes Ökosystem hinweisen. Zudem findet man auch Zerkleinerer (SHR) und viele Detritusfresser (DET). Es ist zu erkennen, dass es in diesem restrukturierten Abschnitt ein ausgewogenes Verhältnis zwischen den Ernährungstypen gibt, was auf die Qualität der Restrukturierung hinweist.

# Krebspopulation



Abb. 29 gewählte Biotope für Befischung; Foto: Doris

Der hydromorphologische Zustand des Ufers und Teilbereiche des Sedimentes lassen Schutzhöhlen und somit Lebensraum und Unterschlupf für Krebse zu.

In der Restrukturierung Naarn-Kickenau können im Zeitraum Juli 2019 keine Krebse nachgewiesen werden.

Auf der Karte links sind die ausgewählten Biotope mit roten Punkten markiert, an jener Stelle, bei denen beprobt wurde.

Tabelle 10 Erhebungsdatenblatt Krebse Kickenau

Datum	Fundort	Art	Gewicht	Größe	Geschlecht	Anmerkungen
3.7.2019	---	---	---	---	---	
4.7.2019	---	---	---	---	---	
23.7.2019	---	---	---	---	---	

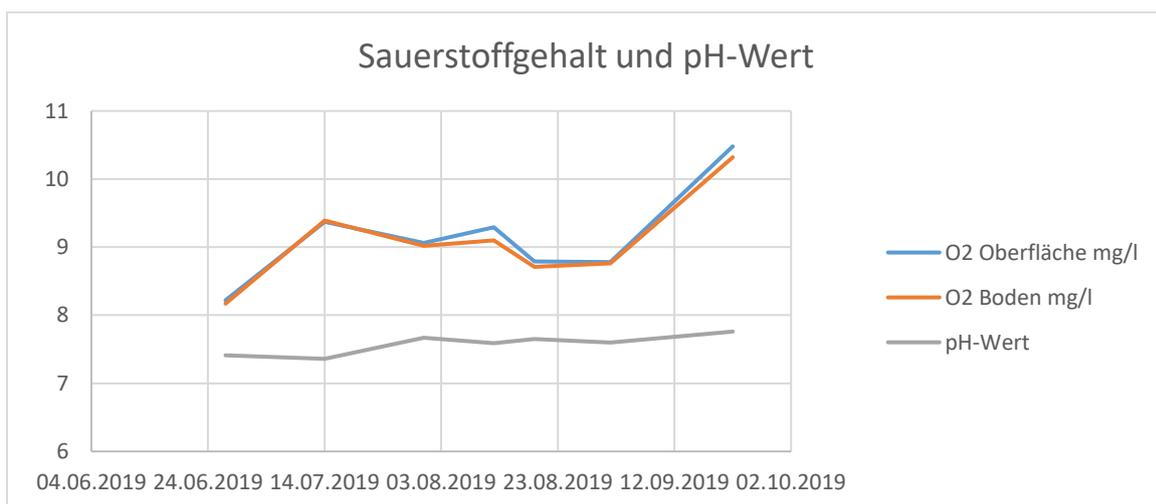
Die Tabelle zeigt die nachgewiesenen Krebse an der Probenstelle Naarn-Kickenau. Zu drei Terminen wurde mit verschiedenen Methoden ein Nachweis von Krebsen versucht. Es konnte kein einziges Individuum gefangen werden.

# Chemische und Physikalische Parameter

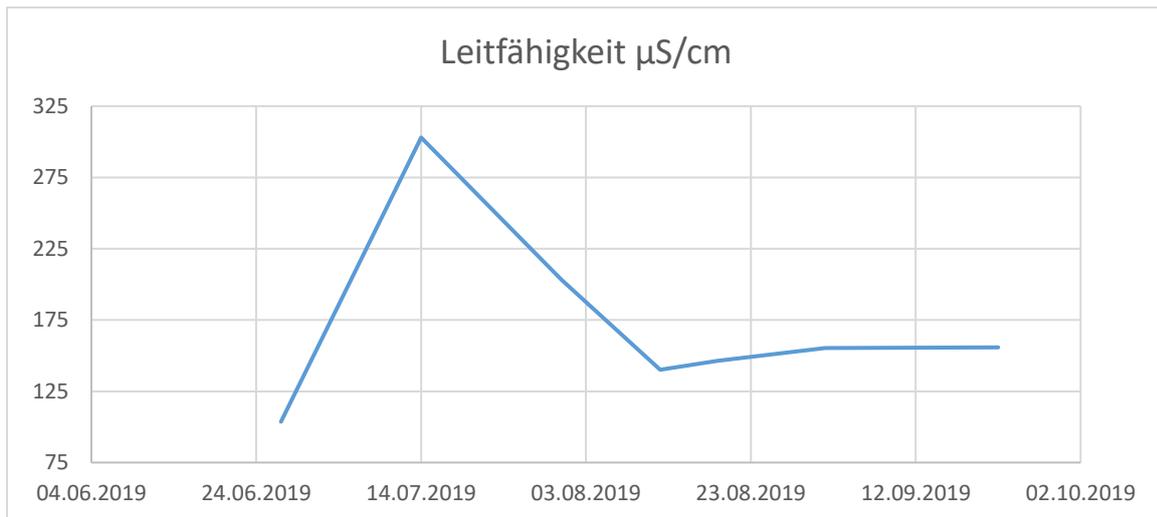
Tabelle 11 Chemische und physikalische Parameter Kickenau

Datum	O2 Oberfläche mg/l	O2 Boden mg/l	Leitfähigkeit $\mu\text{S}/\text{cm}$	pH-Wert	NO3-N mg/l	NH4-N mg/l	PO4-P mg/l
16.06.2019					<0,5	<0,05	0,05
27.06.2019	8,22	8,17	103,7	7,41	0,66	<0,05	0,13
14.07.2019	9,37	9,39	303	7,36	1,77	0,024	0,053
31.07.2019	9,06	9,02	203,3	7,67	2,03	0,028	<0,05
12.08.2019	9,29	9,1	140,2	7,59	2,06	<0,05	<0,05
19.08.2019	8,79	8,71	146,4	7,65	<0,5	0,07	<0,05
01.09.2019	8,78	8,76	155,4	7,6	2,33	0,078	0,05
22.09.2019	10,48	10,32	155,7	7,76	<0,5	0,551	<0,05

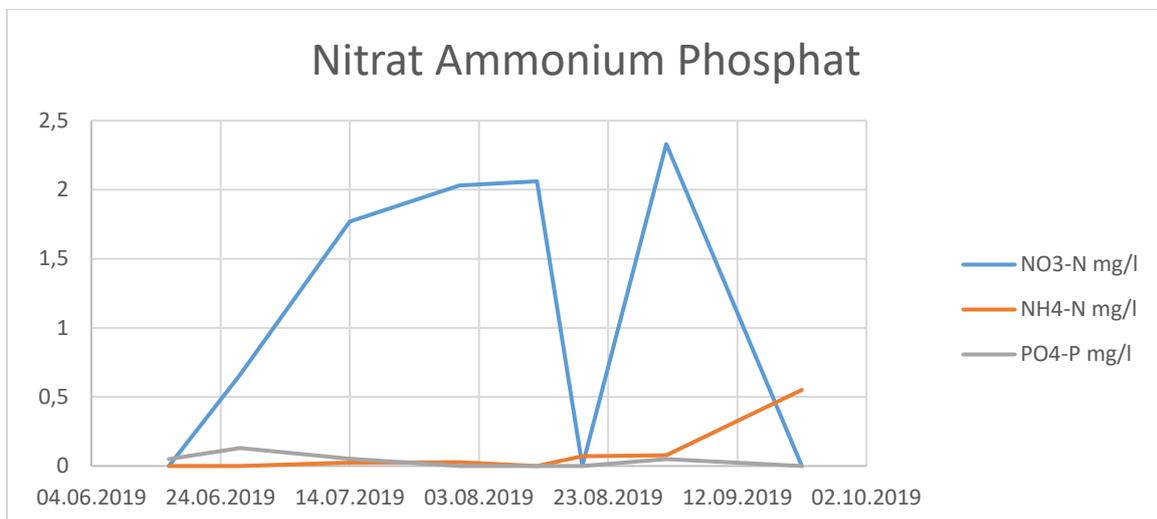
Die Tabelle zeigt die erhobenen, chemischen Parameter der Probenstelle Naarn-Kickenau. Weiters ist der pH-Wert mit  $> 7$  im gesamten Messzeitraum im leicht basischen Bereich. Die Leitfähigkeit ist für Fließgewässer typisch niedrig. Der Sauerstoffgehalt von Gewässergrund und der Sauerstoffgehalt der Wasseroberfläche korrelieren stark und weichen voneinander kaum ab. Schwankungen bei den Parametern Nitrat, Ammonium und Phosphat sind  $\ddot{u}$ ber den Messzeitraum erkennbar.



Grafik 3 Sauerstoffgehalt und pH-Wert Kickenau



Grafik 4 Leitfähigkeit Kickenau



Grafik 5 Nitrat, Ammonium und Phosphat Kickenau

## Strömungsgeschwindigkeit

Tabelle 12 Strömungsgeschwindigkeit Kickenau

Höhe	25 cm
Links	0,44 m/s
Mitte	0,6 m/s
Rechts	0,17 m/s

Die Tabelle zeigt die erhobenen Strömungsgeschwindigkeiten zur Flussrichtung.

Der Mittelwert ergibt eine Strömungsgeschwindigkeit von 0,4 m/s.

# Probenstelle nicht restrukturierter Abschnitt bei der Brücke nach der Kläranlage

## Standortbeschreibung

Der begradigte Teil ist sehr habitatarm und befindet sich zwischen der Restrukturierung Kickenau und der Restrukturierung Hauswiesen. Es finden sich keine Hydrophyten im Flussbett, wie der Pinselblättrige Wasserhahnenfuß.

An dieser Stelle ist der Fluss Anfang der 70er Jahre begradigt worden. Die Probenstelle ist arm an diversen Biotopen. Das Sediment ist steinig bis sandig. Auf 8 m Flussbreite ist das Fließgewässer sehr seicht. Das Ufer ist mit Steinen gesichert. Eine lückenhafte, einfache Baumreihe bietet teilweise Schatten.

## Beschreibung



Abb. 30 Luftbild Probenstelle Kläranlage; Foto: Doris

Von der Restrukturierung Kickenau liegt flussabwärts die Kläranlage des Reinhaltverbandes Perg – Münzbach- Rechberg – Windhaag. Die Naarn dient als Vorfluter der Kläranlage. 150 Liter pro Sekunde werden in der Durchflussanlage eingeleitet. Das Abwasser von 30.000 Menschen wird hier behandelt.

(Reinhalungsverband Perg-Münzbach-Windhaag-Rechberg; <http://www.kaperg.at>; 21.9.2019)

# Libellen

## Artenspektrum

Tabelle 13 Artenvielfalt Brücke nach Kläranl.

Artnamen (lateinisch)		RL	Abundanz
K	Calopteryx splendens	NT	3**
	Calopteryx virgo	NT	4**
	Platycnemis pennipes	LC	4**
G	Onychogomphus forcipatus	VU	2*
	Ophiogomphus cecilia	VU	3**
<b>Artenzahl</b>			
Artenzahl gesamt			5
sicher bodenständige Arten			0
wahrscheinlich bdst. Arten			4
möglicherweise bdst. Arten			1
nicht bdst. Arten			0
<b>Berechnung Odonata-Fließgewässer-Zonations- Index (OFZI)</b>			
s/w/m bdst. Leitarten			3
s/w/m/ bdst. Begleitarten 1. O.			2
s/w/m/ bdst. Begleitarten 2. O.			0
Wert OFZI			2,14
ökologischer Zustand			2



Abb. 31 eine der vielen Gebänderten Prachtlibellen ♂ im Gras, Foto: Th.P.

In der Probenstelle „Brücke nach Kläranlage“ wurden nur 5 verschiedene Arten nachgewiesen, wovon 3 Arten zu den Kleinlibellen (Zygoptera) und die restlichen 3 Arten zu den Großlibellen (Anisoptera) zählen. Es wurden drei der vier Leitarten als sicher -, wahrscheinlich - oder möglicherweise bodenständig eingestuft, was die Statusklasse 1 ergibt. Von den Begleitarten erster Ordnung wurden 2 Arten als s., w. oder m. bodenständig eingestuft, was bedeutet, dass hier die Statusklasse 3 vorliegt. Mit einem OFZI von 2,14 ergibt sich ein guter ökologischer Zustand.

Die Arten-Diversität ist hier am niedrigsten, was den Zustand nicht so sehr verschlechtert, da die typischen Leitarten zugegen sind. Auch wurden zwei Begleitarten erster Ordnung gefunden, was sich positiv auf den OFZI auswirkt.

## Behaviorismus der Prachtlibellen

Tabelle 14 Verhalten der Prachtlibellen Brücke nach Kläranl.

Brücke nach Kläranlage				
Erhebung	Jagd	Revierkämpfe	Paarungsverhalten	Häufigkeit
1	3	6	(1)	sehr häufig 4
2	1	6	0	häufig 3

Es kann

wahrscheinlich davon ausgegangen werden, dass es sich bei den hier ansässigen Prachtlibellen um nicht hier geborene Imagines handelt. Es wurde nahezu kein sekundäres Paarungsverhalten beobachtet und weder eine einzige Paarung noch eine Eiablage dokumentiert. Bei der zweiten Erhebung war die Abundanz zwar sehr niedrig im gesamten Gebiet, dennoch war dies nicht ausschlaggebend. Diese Probenstelle beinhaltet weder strömungsberuhigte Zonen noch Wasserpflanzen, die für die Fortpflanzung und Vermehrung eine zentrale Rolle spielen.

# Makrozoobenthos

Tabelle 15 Makrozoobenthos Brücke nach Kläranl.

Gattung	Art	Anzahl	Abundanz	Ernährungstyp
<b>Eintagsfliegen</b>				
	Ecdyonurus sp.	2	1	GRA 5; DET 5
<b>Köcherfliegenlarven</b>				
	Potamophylax sp.	>150	7	SHR 6; GRA2; PRE 2
	Ecnomus tenellus	1	1	PRE 9; PFIL 1
	Goera pilosa	5	2	GRA 9; DET 1

## Beschreibung:

In diesem schnellfließenden, monotonen, geradlinigen Bereich kommen fast ausschließlich Köcherfliegenlarven vor. Man findet sie hier mit einer viel höheren Anzahl als bei allen anderen Probenstellen. Zusätzlich zu den Köcherfliegenlarven wurde eine Eintagsfliegenlarvenart gefunden.

Grund für ein mit 4 Arten so artenarmes Gebiet sind die fehlenden Habitate. Man kann anhand der geringen Artenzahl bereits darauf schließen, dass in nicht restrukturierten Bereichen allgemein eine niedrigere Diversität vorherrscht, da diese Probenstellen strukturarm sind.



Grafik 6 Verhältnis der Abundanzen Brücke nach Kläranl.

## Beschreibung:

Um es zu veranschaulichen, zeigt dieses Kreisdiagramm die Verhältnisse der Gattungen zueinander.

Es ist klar zu erkennen, dass fast ausschließlich Köcherfliegenlarven vorkommen.



Abb. 32 Köcherfliegen auf einem Stein  
Foto: Günther Steinkellner

## Ernährungstypen:

Hier ist klar zu erkennen, dass zwar selten Weidegänger (GRA) vorkommen, wie *Ecdyonurus* und *Goera pilosa*, was auf die hohe Fließgeschwindigkeit und Beschattung zurückzuführen ist, da sich hier kaum Biofilm bilden kann. Zudem ist klar ersichtlich, dass sich in diesem Bereich hauptsächlich Zerkleinerer (SHR) befinden, was aufgrund der Ufergehölze leicht zu erklären ist, da dadurch viele Pflanzenteile wie Falllaub in diesen Abschnitt gelangen und als Nahrungsquelle dienen. Des Weiteren findet man auch Detritusfresser (DET) und vereinzelt Räuber (PRE) und passive Filtrierer (PFIL), was für eine stabile Nahrungskette spricht.

## Krebspopulation



Das Bild links zeigt eine Luftaufnahme der Probenstelle Kläranlage. Die möglichen Lebensräume für Krebse sind mit roten Punkten markiert.

Abb. 33 gewählte Biotope für Befischung; Foto: Doris

Tabelle 16 Erhebungsdatenblatt Krebse Brücke nach Kläranl.

Datum	Art	Gewicht	Größe	Geschlecht	Anmerkungen
5.7.2019	---	---	---	---	
23.7.2019	---	---	---	---	
22.9.2019	---	---	---	---	

Die Tabelle zeigt den Fangerfolg im Zeitraum Juli bis September 2019. Es konnten keine Krebse nachgewiesen werden.

## Strömungsgeschwindigkeit

*Tabelle 17 Strömungsgeschwindigkeit Brücke nach Kläranl.*

Höhe	10 cm
Links	0,72 m/s
Mitte	0,64 m/s
Rechts	0,65 m/s

Die Tabelle zeigt die erhobenen Strömungsgeschwindigkeiten zur Flussrichtung.

Der Mittelwert ergibt eine Strömungsgeschwindigkeit von 0,67 m/s. An diesem Standort wurden keine Bauwerke oder hydromorphologische Strukturen festgestellt, die die Strömung verlangsamen.

# Probenstelle restrukturierter Abschnitt Hauswiesen

## Standortbeschreibung

Diese Restrukturierung ist ein beliebter Badeplatz welcher sehr strukturreich ist. Hier finden sich große Bestände des Krausen Laichkrautes (*Potamogeton crispus*).

## Beschreibung

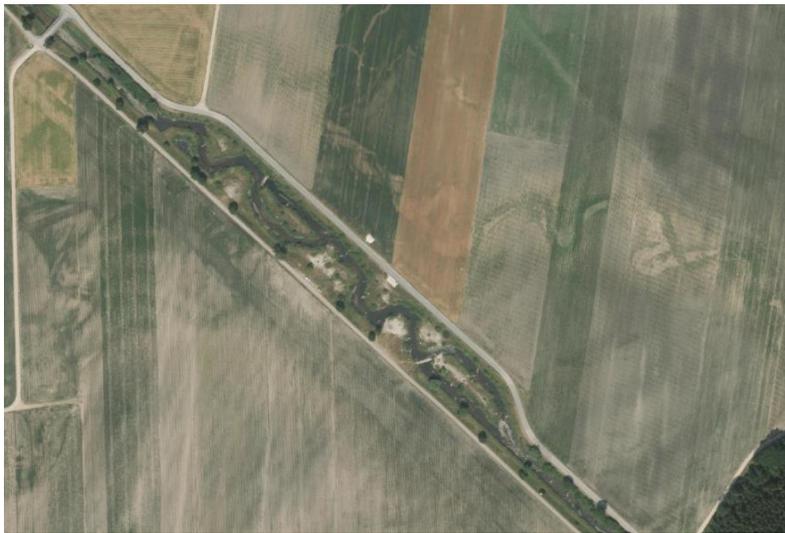


Abb. 34 Luftbild der Probenstelle Hauswiese; Foto: Doris

Die Restrukturierung Hauswiese ist eine 420 lfm lange rund 30 m breite Aufweitung der Naarn. Die Restrukturierungsmaßnahmen wurden im Jahr 2014 abgeschlossen. Auch dieser Abschnitt war aufgrund der Begradigungen aus dem letzten Jahrhundert in die Restrukturierungsmaßnahme eingeschlossen.

Hier wurde ebenfalls versucht, das Gewässer in seine möglichst ursprüngliche mäandrierende Form zurückzuführen. (*Land Oberösterreich; www.land-oberoesterreich.gv.at; 21.9.2019*)

# Libellen

## Artenspektrum

Tabelle 18 Artenvielfalt Hauswiesen

Artnamen (lateinisch)		RL	Abundanz
KL	<i>Calopteryx splendens</i>	NT	4***
	<i>Calopteryx virgo</i>	NT	4**
	<i>Platycnemis pennipes</i>	LC	3**
GL	<i>Anax imperator</i>	LC	1**
	<i>Gomphus vulgatissimus</i>	VU	1***
	<i>Onychogomphus forcipatus</i>	VU	3***
	<i>Ophiogomphus cecilia</i>	VU	4***
<b>Artenzahl</b>			
Artenzahl gesamt			7
sicher bodenständige Arten			3
wahrscheinlich bdst. Arten			4
möglicherweise bdst. Arten			0
nicht bdst. Arten			0
<b>Berechnung Odonata-Fließgewässer-Zonations- Index (OFZI)</b>			
s/w/m bdst. Leitarten			4
s/w/m/ bdst. Begleitarten 1. O.			2
s/w/m/ bdst. Begleitarten 2. O.			1
Wert OFZI			2,14
ökologischer Zustand			2



Abb. 35 frisch geschlüpfter Imago der Gemeinen Keiljungfer (*Gomphus vulgatissimus*) als Beweis der Bodenständigkeit, Foto: Th. P.

Die Probenstelle Hauswiesen war sehr reich an Leitarten, nämlich wurden hier alle 4 Leitarten als sicher bodenständig nachgewiesen. Beide Prachtlibellenarten kommen hier sehr häufig vor und zeigen auch Reproduktionsverhalten. Die Artenzahl beläuft sich auf eine Diversität von 7, wovon 4 Arten zu den Großlibellen und die restlichen 3 Arten zu den Kleinlibellen gehören. Ein Weibchen der Großen Königslibelle (*Anax imperator*) wurde hier bei der Eiablage beobachtet (siehe Anhang: zusätzliche Fotos: Abb. 38 *Anax imperator* bei der Eiablage auf *Potamogeton crispus*). Der OFZI mit 2,14 bedeutet, dass ein guter ökologischer Zustand vorliegt.

## Behaviorismus der Prachtlibellen

Tabelle 19 Verhalten der Prachtlibellen Hauswiesen

Hauswiesen				
Erhebung	Jagd	Revierkämpfe	Paarungsverhalten	Häufigkeit
1	2	9	(1)	massenhaft 5
2	1	13	2 + (7)	massenhaft 5

Die Probenstelle Hauswiesen zeigte eine vergleichsweise hohe Rate an Revierkämpfen, was auf die erhöhte Abundanz zurückzuführen ist, da ein Konkurrenzkampf um gute Plätze eher ausgelöst wird. Es wurde Reproduktionsverhalten nachgewiesen, sowie eine Exuvie von *Calopteryx splendens* entdeckt, was nahelegen lässt, dass das hier vorkommende Krause Laichkraut als Pflanze zur Eiablage dient. Dass trotz erhöhter Abundanz weniger sekundäres Paarungsverhalten dokumentiert wurde, kann auf etliche Umstände zurückgeführt werden. Entweder waren die Individuen zu sehr mit Revierkämpfen beschäftigt oder Probenstellen mit flutendem Hahnenfuß werden stärker bevorzugt.

## Makrozoobenthos

Tabelle 20 Makrozoobenthos Hauswiesen

Gattung	Art	Anzahl	Abundanz	Ernährungstyp
<b>Eintagsfliegen</b>				
	<i>Ptilocolepus granulatus</i>	1	1	GRA 5; DET 5
	<i>Oligoneurelia</i> sp.	9	2	GRA 5; DET 5
	<i>Ecdyonurus</i> sp.	1	1	GRA 5; DET 5
<b>Köcherfliegenlarven</b>				
	<i>Rhyacophila</i> sp.	12	3	PRE 10
	<i>Hydropsyche</i> sp.	4	2	GRA 2; PFIL 5; PRE 3
	<i>Patamophylax</i> sp.	2	1	
<b>Zweiflügler</b>				
	Ptychopteriadae	3	2	
<b>Krebse</b>				
	Ostrakoden	2	1	

### **Beschreibung:**

In der Probenstelle Hauswiesen befinden sich drei Eintagsfliegenlarvenarten, zudem auch drei Köcherfliegenlarvenarten. Speziell hier wurden Krebse gefunden, welche sich am Ufer aufgehalten haben. Dieser restrukturierte Streckenabschnitt hat sehr verschiedene Strömungsbereiche aufgrund der vielen Kurven. Der Bestand des Pinselblättrigen -Wasserhahnenfußes und des Krausen Laichkrautes haben eine Kanalwirkung zufolge und bieten somit einen attraktiven Lebensraum für Köcherfliegenlarven, da sie sich an Steinen und an dem Pinselblättrigen -Wasserhahnenfuß anheften können.

### **Ernährungstypen:**

Auch in diesem restrukturierten Bereich dominieren die Weidegänger und Detritusfresser, was auch wieder auf mit Biofilm bewachsene Steine zurückzuführen ist. Zudem kommen hier auch einige Räuber vor, welche man braucht, um den Nahrungskreislauf zu vervollständigen. Des Weiteren findet man Zerkleinerer und passive Filtrierer.



Grafik 7 Verhältnis der Abundanzen Hauswiesen

### **Beschreibung:**

Dieses Kreisdiagramm veranschaulicht, dass in diesem Gebiet mehr als die Hälfte der Individuen Köcherfliegenlarven sind. Der zweitgrößte Bereich nach den Köcherfliegenlarven sind die Eintagsfliegenlarven. Auch zu sehen ist, dass die Zweiflüglerlarven und Krebse eine Minderheit darstellen.

## Krebspopulation



Das Luftbild links zeigt die Probenstelle Hauswiese. Die roten Punkte markieren die gewählten Kleinbiotope, die befishet wurden.

Abb. 36 gewählte Biotope für Befischung; Foto: Doris

Tabelle 21 Erhebungsdatenblatt Krebse Hauswiesen

Datum	Art	Gewicht	Größe	Geschlecht	Anmerkungen
5.7.2019	---	---	---	---	
24.7.2019	---	---	---	---	
14.9.2019	---	---	---	---	
22.9.2019	---	---	---	---	

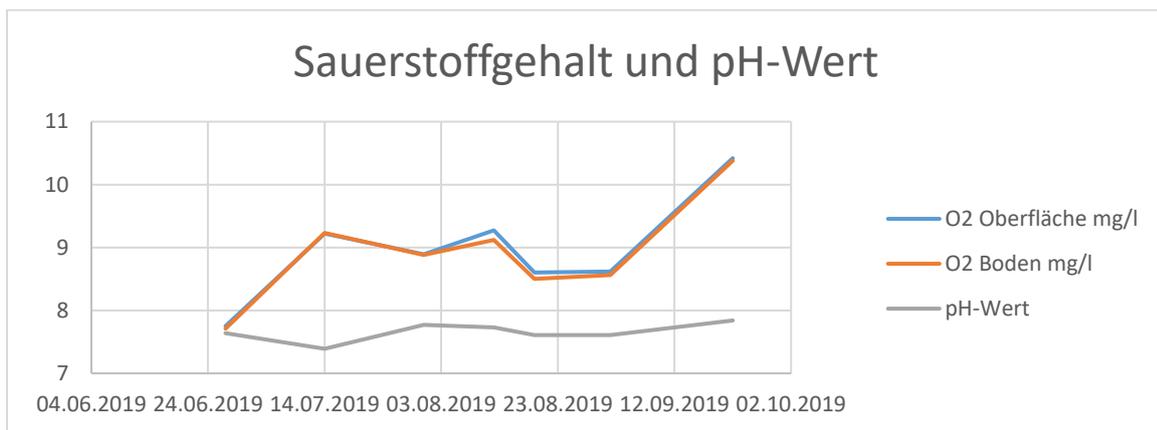
Die Tabelle zeigt die gefangenen Krebse an Probenstelle Hauswiese im Zeitraum vom Juli bis September 2019. Es konnte keine Krebspopulation in diesem Abschnitt nachgewiesen werden.

## Chemische und physikalische Parameter

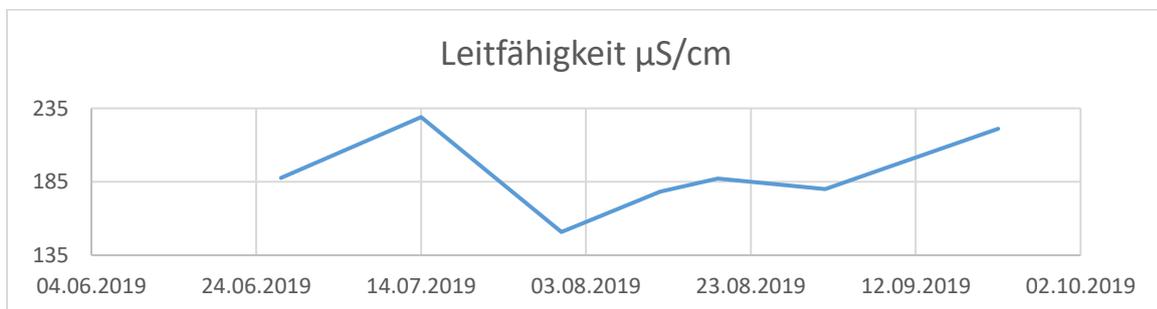
Tabelle 22 Chemische und physikalische Parameter Hauswiesen

Datum	O2 Oberfläche mg/l	O2 Boden mg/l	Leitfähigkeit $\mu\text{S}/\text{cm}$	pH-Wert	NO <sub>3</sub> -N mg/l	NH <sub>4</sub> -N mg/l	PO <sub>4</sub> -P mg/l
16.06.2019					<0,5	<0,05	<0,05
27.06.2019	7,75	7,71	187,7	7,64	0,7	0,303	0,14
14.07.2019	9,22	9,23	229	7,39	1,71	0,03	<0,05
31.07.2019	8,89	8,88	150,8	7,77	1,91	0,039	<0,05
12.08.2019	9,27	9,12	178,2	7,73	0,56	<0,05	<0,05
19.08.2019	8,6	8,5	187,1	7,61	<0,5	0,528	0,05
01.09.2019	8,62	8,56	180	7,61	1,06	0,404	0,05
22.09.2019	10,42	10,38	221	7,84	<0,5	1,033	<0,05

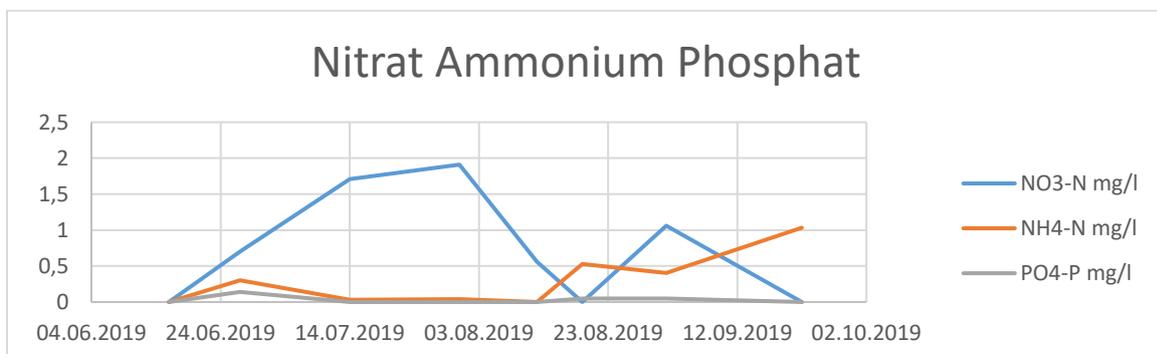
Die Tabelle zeigt die erhobenen chemischen Parameter der Probenstelle Hauswiese. Der Sauerstoffgehalt im Gewässer schwankt, zeigt aber einen steigenden Trend zum Jahresende auf. Der pH-Wert liegt stabil im basischen Bereich. Im Juli ist ein leichter Anstieg zu erkennen. Die Leitfähigkeit steigt auf 229  $\mu\text{S}/\text{cm}$  an und fällt im selben Monat auf 150,8  $\mu\text{S}/\text{cm}$ . Zum Mes- sende zeigt sich ein steigender Trend. Phosphat schwankt um den Wert 0,05 mg/l. Der Nitrat- gehalt erreicht einen Höhepunkt am 31. Juli, fällt bei der nächsten Messung unter den Mess- bereich und steigt wieder auf 1,06 mg/l an.



Grafik 8 Sauerstoffgehalt und pH-Wert Hauswiesen



Grafik 9 Leitfähigkeit Hauswiesen



Grafik 10 Nitrat, Ammonium und Phosphat Hauswiesen

## Strömungsgeschwindigkeit

*Tabelle 23 Strömungsgeschwindigkeit Hauswiesen*

Höhe	10 cm
Links	0,31 m/s
Mitte	0,19 m/s
Rechts	0,56 m/s

Die Tabelle zeigt die erhobenen Strömungsgeschwindigkeiten zur Flussrichtung.

Der Mittelwert ergibt eine Strömungsgeschwindigkeit von 0,27 m/s. An diesem Standort wurden keine Bauwerke oder hydromorphologische Gegenstände festgestellt, die die Strömung verlangsamen.

# Probenstelle nicht restrukturierter Abschnitt bei Brücke zwischen Hauswiesen und Tobrakanalmündung

## Standortbeschreibung

In diesem begradigten Teil finden sich flächendeckend Bestände des Pinselblättrigen Wasserhahnenfußes (*Ranunculus penicillatus*). Auch die Kanadische Wasserpest (*Elodea canadensis*) ist hier zu finden.



Abb. 37 Luftbild der Probenstelle Brücke vor TK; Foto: Doris

## Beschreibung

Die Probenstelle zwischen Hauswiese und Tobrakanalmündung ist eine regulierte Strecke der Naarn. Im Gegensatz zu der begradigten Strecke bei der Kläranlage weist dieser Abschnitt Hydrophyten auf. Das Flussbett ist stark versandet. Nur vereinzelte Steinbiotope erhöhen die Diversität

des Lebensraumes. Auf 8 m Breite ist der Fluss an dieser Probenstelle tiefer als bei der Probenstelle Kläranlage. In Richtung Westen stehen nur vereinzelte Bäume. Im Osten befindet sich eine durchgehend einreihige Baumzeile. (Land Oberösterreich; [www.doris.at](http://www.doris.at); 21.9.2019)

# Libellen

## Artenspektrum

Tab. 24 Artenvielfalt Brücke zw. Hausw. und Tobrakanalmdg.

Artnamen (lateinisch)		RL	Abundanz
KL	<i>Calopteryx splendens</i>	NT	5***
	<i>Calopteryx virgo</i>	NT	5***
	<i>Platycnemis pennipes</i>	LC	3**
GL	<i>Anax imperator</i>	LC	3**
	<i>Onychogomphus forcipatus</i>	VU	3***
	<i>Ophiogomphus cecilia</i>	VU	3***
<b>Artenzahl</b>			
Artenzahl gesamt		6	
sicher bodenständige Arten		4	
wahrscheinlich bodenständige Arten		2	
möglicherweise bodenständige Arten		0	
nicht bodenständige Arten		0	
<b>Berechnung Odonata-Fließgewässer-Zonations- Index (OFZI)</b>			
s/w/m bodenständige Leitarten		3	
s/w/m/ bodenst. Begleitarten 1. O.		2	
s/w/m/ bodenst. Begleitarten 2. O.		1	
Wert OFZI		2,14	
ökologischer Zustand		2	



Abb. 38 Imago der Kleinen Zangenlibelle (*Onychogomphus forcipatus*) Foto: Th.P.

Diese nicht restrukturierte Probenstelle war mit 6 Arten nicht sehr artenreich, beherbergt jedoch 3 Leitarten, zwei Begleitarten erster Ordnung sowie eine Begleitart zweiter Ordnung. Dominiert wird diese Probenstelle – vermutlich aufgrund der dichten, flutenden Wasservegetation – von den zwei Prachtlibellenarten, wobei auch die Grüne Flussjungfer und die Kleine Zangenlibelle maßgeblich bestandsbildend sind.

Der OFZI liegt mit 2,14 im guten ökologischen Bereich

## Behaviorismus der Prachtlibellen

Tabelle 25 Verhalten der Prachtlibellen Br. zw. HW und TK

Brücke zw HW und TK				
Erhebung	Jagd	Revierkämpfe	Paarungsverhalten	Häufigkeit
1	-	6	(2)	Massenhaft 5
2	1	8	3 + (10)	Massenhaft 5

Diese nicht restrukturierte Probenstelle zeigte auffallend viel Paarungsverhalten – sowohl primäres, Paarungen und Eiablagen, als auch im sekundäres Paarungsverhalten, wie zum Beispiel eine Schlusslicht Signalisierung. Der ausgeprägte Bestand an *Ranunculus penicillatus* dient zur Eiablage, als Revier sowie als Rückzugsort für die Larven.



Abb. 39 *Calopteryx splendens* (Paarungsrade) Foto: Th.P.

# Makrozoobenthos

Tabelle 26 Makrozoobenthos Br. zw. HW und TK

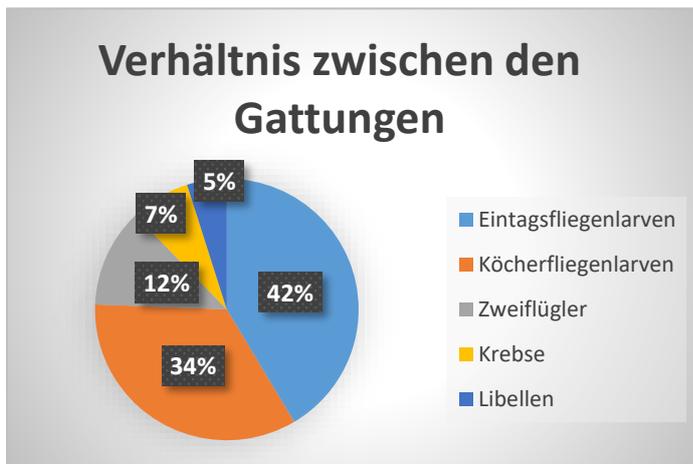
Gattung	Art	Anzahl	Abundanz	Ernährungstypen
<b>Eintagsfliegen</b>				
	<i>Ptilocolepus granulatus</i>	1	1	GRA 5; DET 5
	<i>Oligoneurellia</i> sp. (H)	14	3	GRA 5; DET 5
	<i>Ecdyronurus</i> sp.	2	1	GRA 5; DET 5
<b>Köcherfliegenlarven</b>				
	<i>Hydropsyche</i> sp.	12	3	GRA 2; PFIL 5; PRE 3
	<i>Ecnomus tenellus</i> sp. (H)	2	1	PRE 9; PFIL 1
<b>Zweiflügler</b>				
	Ptychopteriadae (H)	5	2	
<b>Libellen</b>				
	<i>Calopteryx splendens</i> (H)	2	1	PRE 10
<b>Krebse</b>				
	<i>Dikeogammarus</i>	3	2	

## Beschreibung:

Die Probenstelle bei der Brücke zwischen der Restrukturierung Hauswiesen und der Mündung des Tobrakanals hat, obwohl sie nicht restrukturiert ist, mit acht Arten eine beinahe gleich hohe Artenvielfalt wie die Probenstelle Kickenau. In diesem Bereich kommt jedoch der Pinselblättrige Wasserhahnenfuß vor, welcher Einfluss auf die Strömungsgeschwindigkeit hat. Dieser Abschnitt ist dadurch nicht mehr monoton und die Hydrophyten schaffen Lebensraum für andere Arten. Die Strömungsgeschwindigkeit nach dem Hahnenfuß beträgt fast 0 m/s. Es ist auch zu erkennen, dass vier von den acht gefundenen Arten im Wasserhahnenfuß vorkommen. Die Libellenlarven wurden ausschließlich im Wasserhahnenfuß gefunden. Die Eintagsfliegenlarven kommen sowohl im Bewuchs des Wasserhahnenfußes als auch im vegetationslosen Flussbett vor.

## Ernährungstypen:

In diesem Gebiet kommen die Ernährungstypen gut durchmischt vor. Weidegänger und auch die Detritusfresser leben hier in einem ausgewogenen Verhältnis. Zudem befinden sich passive Filtrierer und Prädatoren hier. Es ist klar zu sehen, dass in den Pflanzenteilen des Wasserhahnenfußes keine Zerkleinerer vorkommen. Daraus lässt sich schließen, dass der Pinselblättrige Wasserhahnenfuß nicht als Nahrungsquelle dient. Jedoch ist auch ersichtlich, dass der dichte Bestand des Wasserhahnenfußes als Jagdgebiet für Prädatoren gut geeignet ist.



Grafik 11 Verhältnis der Abundanzen Br. zw. HW und TK

## Beschreibung:

Hier ist zu sehen, dass die Köcherfliegenlarven und Eintagsfliegenlarven drei Viertel vom gesamten Artenspektrum einnehmen. 12% der Artenvielfalt besteht aus Zweiflüglerlarven, 7% aus Krebsen und die restlichen 5% entfallen auf die Gruppe der Libellen.

## Krebspopulation



Abb. 40 gewählte Biotope für Befischung; Foto: Doris

Die Luftaufnahme zeigt die Probenstellen zwischen Hauswiese und Tobrakanalmündung. Die roten Punkte markieren die gewählten Biotope, die für eine Befischung geeignet sind. Aufgrund der monotonen regulierten Strecke gibt es wenige Stellen, die für eine Beprobung geeignet sind.

Tabelle 27 Erhebungsdatenblatt Krebse Br. zw. HW und TK

Datum	Art	Gewicht	Größe	Geschlecht	Anmerkungen
24.7.2019	---	---	---	---	
14.9.2019	---	---	---	---	
22.9.2019	Signalkrebs	33 g	9,7 cm	weiblich	

Die Tabelle zeigt ein weibliches Signalkrebs-Individuum, das bei einem Steinbiotop nachgewiesen wurde. Der Signalkrebs wurde an der südlichsten Fundstelle der Luftaufnahme festgestellt.

## Chemische und physikalische Parameter

Tabelle 28 Chemische und physikalische Parameter Br. zw. HW und TK

Datum	O <sub>2</sub> Oberfläche mg/l	O <sub>2</sub> Boden mg/l	Leitfähigkeit µS/cm	pH-Wert	NO <sub>3</sub> -N mg/l	NH <sub>4</sub> -N mg/l	PO <sub>4</sub> -P mg/l
16.06.2019					<0,5	<0,05	<0,05
27.06.2019	6,59	6,64	204,2	7,55	0,7	<0,05	0,22
14.07.2019	8,99	9,08	223	7,47	<0,23	0,37	0,054
31.07.2019	8,51	8,5	160,5	7,65	2,29	0,049	<0,05
12.08.2019	9,12	9,15	184	7,72	0,99	<0,05	<0,05
19.08.2019	8,33	8,42	200	7,63	0,68	0,357	<0,05
01.09.2019	8,26	8,29	202,8	7,68	1,06	0,349	0,05
22.09.2019	10,12	10,08	296	7,87	<0,5	<0,05	<0,05

Die Tabelle zeigt die erhobenen chemischen Parameter im Zeitraum vom Juni bis September 2019. Der pH-Wert liegt an dieser Messstelle stabil im leicht basischen Bereich. Die Leitfähigkeit fällt Ende Juli ab, aber über den Messzeitraum ist ein steigender Trend festzustellen. Der Sauerstoffgehalt von Messbeginn bis in den September an. Nitrat und Ammonium weisen am 31. Juli einen gegengleichen Peak auf. Nitrat steigt steil an, jedoch der Ammoniumgehalt fällt. Der limitierende Nährstoff Phosphat schwank am unteren Ende des Messbereiches.

## Strömungsgeschwindigkeit

*Tabelle 29 Strömungsgeschwindigkeit Br. zw. HW und TK*

Höhe	25 cm
Links	0,04 m/s
Mitte	0,74 m/s
Rechts	0,17 m/s

Die Tabelle zeigt die erhobenen Strömungsgeschwindigkeiten quer zur Flussrichtung.

Der Mittelwert der Werte ergibt eine Strömungsgeschwindigkeit von 0,32 m/s.

# Probenstelle restrukturierter Abschnitt Tobrakanalalmündung

## Standortbeschreibung

Dieser durch Baumbewuchs sehr schattige Standort beherbergt den Pinselblättrigen Wasserhahnenfuß (*Ranunculus penicillatus*) nur gelegentlich. Es werden immer wieder große Pflanzengemenge herangespült und bleiben dann an Steinen hängen. Dies sorgt trotz Schatten für eine Wasservegetation.



Abb. 41 Luftbild der Probenstelle TK; Foto: Doris

## Beschreibung

Die Restrukturierung Tobrabachmündung ist die älteste Restrukturierung an der Naarn. Auf 230 m Länge und einer Breite von 50 m wurde Raum für die Natur geschaffen. (Land Oberösterreich; [www.doris.at](http://www.doris.at); 23.9.2019)

Der Hauptstrom ist zum Teil in ein zweites Gerinne umgeleitet worden. Die entstandene Insel ist mit einer Kraut-, Strauch- und Baumschicht bedeckt. Insgesamt handelt es sich hier um eine sehr lichtarme Restrukturierung. Diese Restrukturierung ist die einzige, die nicht in eine mäandrierende Form zurückgeführt wurde. Dennoch wurde mit baubiologischen Maßnahmen die Strömung unterbrochen und eine höhere Biotopdiversität geschaffen.

# Libellen

## Artenspektrum

Table 30 Artenvielfalt Tobrakanalmündung

Artnamen (lateinisch)		RL	Abundanz
K	<i>Calopteryx splendens</i>	NT	4***
	<i>Calopteryx virgo</i>	NT	4**
	<i>Platycnemis pennipes</i>	LC	3**
	<i>Ischnura elegans</i>	LC	2*
G	<i>Anax imperator</i>	LC	1
	<i>Onychgomphus forcipatus</i>	VU	4**
	<i>Ophiogomphus cecilia</i>	VU	5***
	<i>Libellula depressa</i>	LC	1
<b>Artenzahl</b>			
Artenzahl gesamt			8
sicher bodenständige Arten			2
wahrscheinlich bodenständige Arten			3
möglicherweise bodenst. Arten			1
nicht bodenständige Arten			2
<b>Berechnung Odonata-Fließgewässer-Zonations-Index (OFZI)</b>			
s/w/m bdst. Leitarten			3
s/w/m/ bdst. Begleitarten 1. O.			3
s/w/m/ bdst. Begleitarten 2. O.			0
Wert OFZI			1,85
ökologischer Zustand			2



Abb. 42 Frisch geschlüpfte Imago der Grünen Flussjungfer (*Ophiogomphus cecilia*) mit zugehöriger Exuvie im Hintergrund Foto: Th. P.

Diese Probenstelle beherbergt 8 Arten, von denen 4 zu den Groß- und 4 zu den Kleinlibellen gezählt werden. Erwähnenswert ist hier das Auftreten eines weiblichen Plattbauchs (dieser wurde nicht fotodokumentiert). Außerdem wurden hier auf kleinstem Raum einige Emergenzen der Grünen Flussjungfer beobachtet, weswegen diese hier eine Abundanz von 5 besitzt, sowie ein sicher bodenständiges Vorkommen zu dokumentieren war.

Der OFZI mit 1,85 bedeutet, dass ein guter ökologischer Zustand vorliegt.

## Behaviorismus der Prachtlibellen

Tabelle 31 Verhalten der Prachtlibellen Tobrakanalmündung

Tobrakanalmündung				
Erhebung	Jagd	Revierkämpfe	Paarungsverhalten	Häufigkeit
1	1	1	(2)	sehr häufig 4
2	1	9	3 + (6)	sehr häufig 4

Hier wurde an einem Tag – jener Tag, an dem kein Bewuchs angespült war – kein primäres Reproduktionsverhalten dokumentiert, jedoch an jenem zweiten Tag, an dem *Ranunculus penicillatus* angespült war, sehr wohl. Deshalb wurde diese Probenstelle in Bezug auf Behaviorismus auch aufgeteilt, um eine höhere Genauigkeit der Ergebnisse zu gewährleisten. Dies wird in der Komplettübersicht des Behaviorismus ersichtlich.

# Makrozoobenthos

Tabelle 32 Makrozoobenthos Tobrakanal­mündung

Gattung	Art	Anzahl	Abundanz	Ernährungstypen
<b>Eintagsfliegenlarven</b>				
	Oligoneurelia sp.	4	2	GRA 5; DET 5
	Ecdyronurus sp.	3	2	GRA 5; DET 5
<b>Köcherfliegenlarven</b>				
	Rhyacophilla sp.	5	2	PRE 10
	Ecnomus tenellus sp.	2	1	PRE 9; PFIL 1
<b>Zweiflügler</b>				
	Ptychopteriadae	4	2	

## Beschreibung:

Im Tobrakanal kommt aufgrund der Lichtverhältnisse kein Wasserhahnenfuß vor. Zudem wurde kaum Makrozoobenthos gefunden. Diese Probenstelle ist mit der Artenvielfalt fast von fünf Srten mit der Probenstelle 2 (Kläranlage) zu vergleichen. Es ist jedoch nicht klar, ob es nicht mehr Arten in diesem restrukturierten Bereich gibt. Es wurden unter Anwendung der gleichen Methodik nur die hier aufgelisteten Arten gefunden.

## Ernährungstypen:

Es ist zu sehen, dass ein Gleichgewicht zwischen Weidegängern, Detritusfressern und Räubern herrscht. Jedoch wurden keine Zerkleinerer gefunden, welche für dieses Gebiet typisch sein sollten, da sich hier sehr viele Bäume befinden und dadurch grobes organisches Material eingetragen werden sollte. Vielleicht liegt es aber auch nur an dem Zeitpunkt der Probenahme. Im Sommer gibt es weniger organische Substanzen im Ökosystem, wie Falllaub, Totholz, etc., und dadurch entsprechend möglicherweise keine Zerkleinerer.



Grafik 12 Verhältnis der Abundanzen Tobrakanalmündung

#### Beschreibung:

In diesem Kreisdiagramm ist zu sehen, dass es in diesem Gebiet drei große Gruppen gibt. Wobei die Eintagsfliegenlarven und Köcherfliegenlarven jeweils 39% der Gesamtmenge an Makrozoobenthos einnehmen. Die Zweiflüglerlarven dahingegen nehmen nur 22% ein.

## Krebspopulation



Abb. 43 gewählte Biotope für Befischung; Foto: Doris

Die Luftaufnahme zeigt die gewählten Kleinbiotopie, die beprobt wurden.

Tabelle 33 Erhebungsdatenblatt Krebse Tobrakanalmündung

Datum	Art	Gewicht	Größe	Geschlecht	Anmerkungen
26.7.2019	---	---	---	---	
8.9.2019	---	---	---	---	
14.9.2019	---	---	---	---	

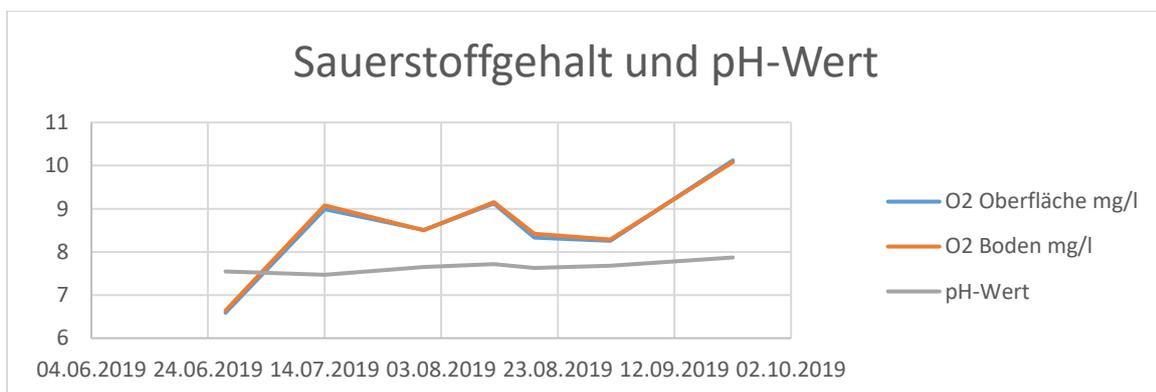
Die Tabelle zeigt den Fangerfolg an der Probenstelle Restrukturierung Tobrakanalmündung. An den angeführten Terminen konnten keine Krebse festgestellt werden.

# Chemische und physikalische Parameter

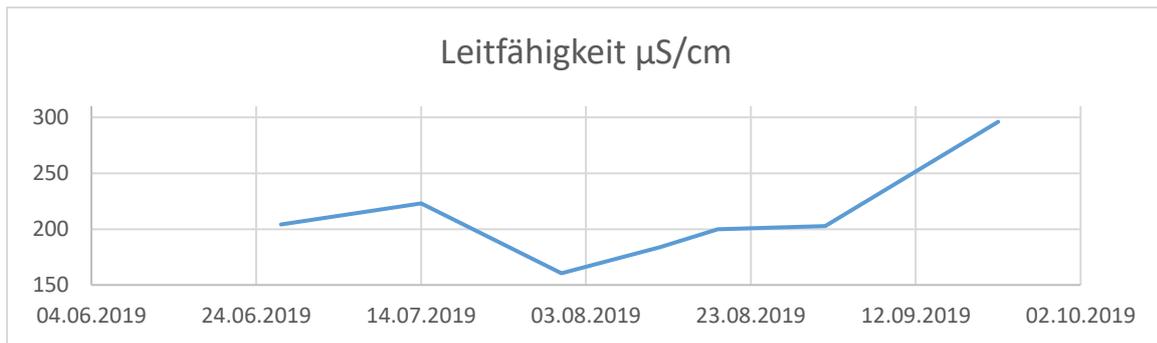
Tabelle 34 Chemische und physikalische Parameter Tobrakanalmündung

Datum	O2 Oberfläche mg/l	O2 Boden mg/l	Leitfähigkeit $\mu\text{S}/\text{cm}$	pH-Wert	NO3-N mg/l	NH4-N mg/l	PO4-P mg/l
16.06.2019					<0,5	<0,05	<0,05
27.06.2019	6,23	6,38	159,7	7,55	0,88	0,8	0,52
14.07.2019	9	9,07	217	7,42	1,73	0,028	0,05
31.07.2019	8,76	8,73	156,2	7,75	1,91	0,045	<0,05
12.08.2019	9,24	9,07	172,9	7,54	1,27	<0,05	<0,05
19.08.2019	8,5	8,44	197,1	7,65	0,72	0,078	<0,05
01.09.2019	8,45	8,47	199,1	7,71	0,68	0,109	0,05
22.09.2019	10,25	10,21	242	7,91	0,45	0,373	<0,05

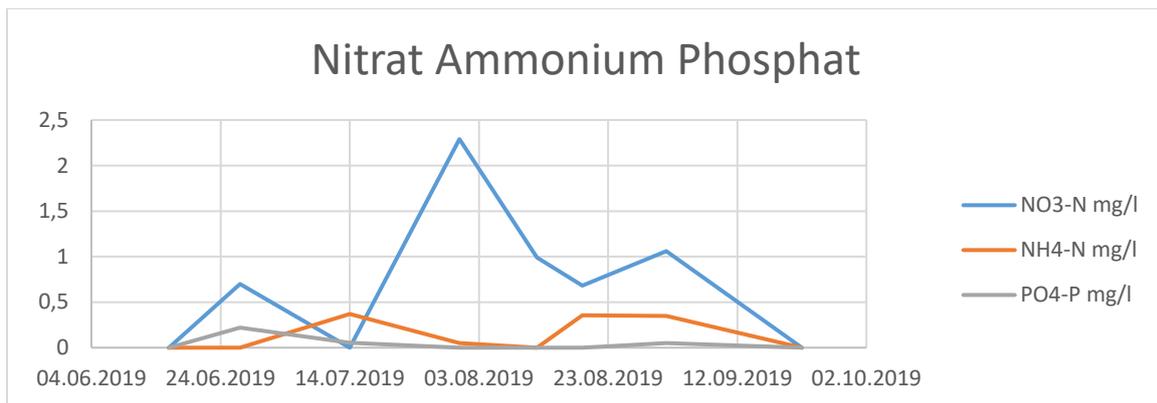
Die Tabelle zeigt die erhobenen chemischen Parameter in einem zweiwöchigen Intervall. Der Sauerstoffgehalt zwischen Boden und Oberfläche korreliert stark. Vom Messbeginn bis zum Messende ist steigender Trend abzulesen. Der pH-Wert liegt stabil im leicht basischen Bereich. Ammonium und Phosphat steigen vom Juni zum Juli an, aber fallen wieder stark ab. Bis Ende Juli steigt der Nitratgehalt stark an. Ab den 31. Juli fällt der Nitrat-Wert bis zum Messende ab.



Grafik 13 Sauerstoffgehalt und pH-Wert Tobrakanalmündung



Grafik 14 Leitfähigkeit Tobrakanalalmündung



Grafik 15 Nitrat, Ammonium und Phosphat Tobrakanalalmündung

## Strömungsgeschwindigkeit

Tabelle 35 Strömungsgeschwindigkeit Tobrakanalalmündung

Höhe	25 cm
Links	0,43 m/s
Mitte	0,71 m/s
Rechts	0,1 m/s

Die Tabelle zeigt die erhobenen Strömungsgeschwindigkeiten quer zur Flussrichtung.

Der Mittelwert der Werte ergibt eine Strömungsgeschwindigkeit von 0,32 m/s.

# Probenstelle restrukturierter Abschnitt Kaindlau

## Standortbeschreibung

In dieser sehr sonnigen Restrukturierung - hier finden sich nahezu keine großen verholzten Pflanzen – gibt es Bestände des Pinselblättrigen Wasserhahnenfußes (*Ranunculus penicillatus*). Sie wird oft von Schwänen besucht und es führen von Radfahrern gern genutzte Wege an ihr entlang.



Abb. 44 Luftbild der Probenstelle Kaindlau; Foto: Doris

## Beschreibung

Die Restrukturierung Kaindlau gehört zu den jüngeren Maßnahmen an der Naarn. Der 430 m lange und 24 m breite Abschnitt wurde 2015 fertiggestellt. An dieser Restrukturierung wurde das Fließgewässer durch baubiologische Maßnahmen zurückgeführt in seinen mäandrierenden Verlauf. Zum

jetzigen Zeitpunkt, Sommer 2019, konnten keine Bäume festgestellt werden, die Schatten werfen. Jedoch an vielen Stellen ist eine Strauchschicht vorhanden.

# Libellen

## Artenspektrum

Tabelle 36 Artenvielfalt Kaindlau

Artnamen (lateinisch)		RL	Abundanz
Kleinlibellen	<i>Calopteryx splendens</i>	NT	5***
	<i>Calopteryx virgo</i>	NT	2*
	<i>Platycnemis pennipes</i>	LC	4**
	<i>Coenagrion puella</i>	LC	1
	<i>Ischnura elegans</i>	LC	2*
GL	<i>Anax imperator</i>	LC	3**
	<i>Ophiogomphus cecilia</i>	VU	5***
	<i>Sympetrum striolatum</i>	LC	2*
<b>Artenzahl</b>			
Artenzahl gesamt		8	
sicher bodenständige Arten		2	
wahrscheinlich bodenständige Arten		2	
möglicherweise bodenständige Arten		3	
nicht bodenständige Arten		1	
<b>Berechnung Odonata-Fließgewässer-Zonations- Index (OFZI)</b>			
s/w/m bodenständige Leitarten		2	
s/w/m/ bodenständige Begleitarten 1. O.		3	
s/w/m/ bodenständige Begleitarten 2. O.		2	
Wert OFZI		2,28	
ökologischer Zustand		2	



Abb. 45 Hufeisen-Azurjungfer (*Coenagrion puella*) Foto: Th.P.

Diese Probenstelle hat eine Diversität von 8 Arten (5 Zygoptera, 3 Anisoptera). Der Fund von sehr vielen Exuvien der Grünen Flussjungfer sowie 2 Exuvienfunde der Gebänderten Prachtlibelle schreiben diesen beiden Arten die sichere Bodenständigkeit zu. Auch das Auftreten der Hufeisen-Azurjungfer (*Coenagrion puella*) sei zu erwähnen, obwohl diese Art vorwiegend kleinere stehende Gewässer bevorzugt [Bellmann, Der Kosmos Libellenführer, S. 162].

Der schlechteste OFZI mit 2,28 ist darauf zurückzuführen, dass nur zwei der Leitarten gefunden wurden.

## Behaviorismus der Prachtlibellen

Tabelle 37 Verhalten der Prachtlibellen Kaindlau

Kaindlau				
Erhebung	Jagd	Revierkämpfe	Paarungsverhalten	Häufigkeit
1	-	4	(6)	massenhaft 5
2	1	10	1 + (3)	massenhaft 5

Hier ist ersichtlich, dass sowohl primäres als auch sekundäres Paarungsverhalten zu beobachten war. Auch an Revierkämpfen mangelt es nicht. Dem hinzuzufügen ist, dass sich die Prachtlibellen hier auch gegen ein adultes Männchen der Großen Königslibelle verteidigen mussten (siehe Anhang: Aufzeichnungen Behaviorismus: Kaindlau; Erhebung 1). Hier wurde auch durch zwei Exuvien und eine dokumentierte Emergenz (siehe Anhang: zusätzliche Abbildungen: Abb. 18 Emergenz von *Calopteryx splendens* ♀) eine sichere Bodenständigkeit der Gebänderten Prachtlibelle nachgewiesen.

# Makrozoobenthos

Tabelle 38 Makrozoobenthos Kaindlau

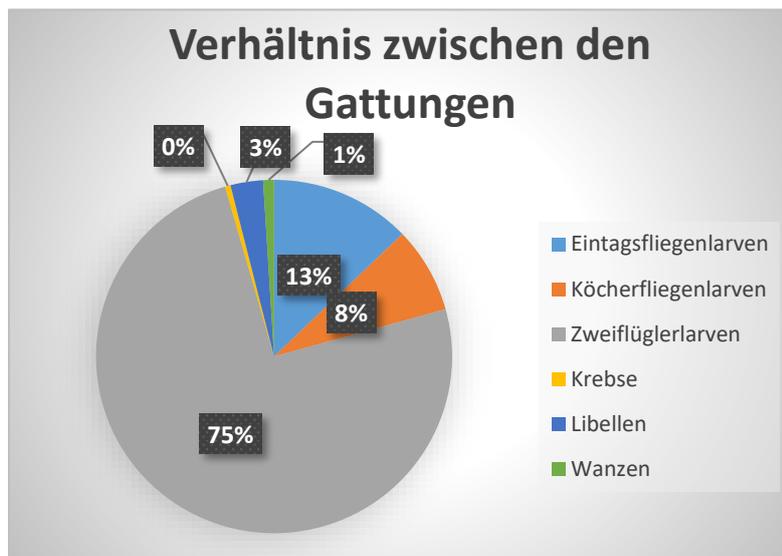
Gattung	Art	Anzahl	Abundanz	Ernährungstyp
<b>Eintagsfliegen</b>				
	<i>Ephemera lineata</i>	5	2	AFIL 10; GRA *; DET *
	<i>Ephemera ignita</i>	5	2	GRA *; DET *
	<i>Ecdyronurus</i> spp.	2	1	GRA 5; DET 5
	<i>Oligoneuriella</i> spp.	14	3	PFIL 10
<b>Köcherfliegenlarven</b>				
	<i>Rhyacophilla</i> spp.	12	3	PRE 10
	<i>Ecnomus tenellus</i>	1	1	PRE 9; PFIL 1
	<i>Agapetus</i> spp. (H.)	5	2	
	<i>Ecnomus tenellus</i> (H.)	1	1	PRE 9; PFIL 1
<b>Libellen</b>				
	<i>Ophiogomphus cecilia</i> (H.)	6	2	PRE 10
<b>Zweiflügler</b>				
	Limoniidae	2	1	
	Ptychopteriadae (H.)	>150	7	
<b>Krebse</b>				
	<i>Dikeogammarus</i>	1	1	SHR 2; GRA 1; DET 2; PRE 3; OTH 2
<b>Wanzen</b>				
	<i>Nepa cinerea</i>	2	1	

## Beschreibung:

In diesen Bereich wurden verhältnismäßig sehr viele Libellenlarven gefunden. Zudem gab es mit 13 Arten die höchste Artenvielfalt von allen Probenstellen. In diesem sehr offenen Gebiet mit viel Pinselblättrigem Wasserhahnenfuß wurden vier verschiedene Eintagsfliegenlarvenarten, zwei Köcherfliegen- und Zweiflüglerlarvenarten und eine Libellenlarvenart gefunden. Des Weiteren wurde ein Krebs und zwei Wanzen gefunden. In diesem Bereich konnte speziell eine hohe Anzahl an Libellen gefunden werden, was auf den Pinselblättrigen Wasserhahnenfuß zurückzuführen ist. Im Bewuchs selbst wurden sehr viele Zweiflüglerlarven und Libellenlarven gefunden. Die Zweiflüglerlarven kommen bei weitem mit der höchsten Abundanz vor und leben fast ausschließlich im Wasserhahnenfuß. Es ist fast sagen, dass sie den Bewuchs überwuchern.

## Ernährungstypen:

Auch hier ist zu sagen, dass man anhand der guten Aufteilung zwischen Weidegängern, Räubern, Filtrierern und Detritusfressern ein gutes Gleichgewicht erkennen kann. Jedoch wurden hier eine Eintagsfliegenart gefunden, welche den Ernährungstyp „aktives Filtrieren“ hat, was für ein fließendes Gewässer eher untypisch ist. Es ist zwar nicht genau nachweisbar, woher die Larve kommt, es lässt sich jedoch vermuten, dass diese Larve im Hahnenfuß lebt, da dieser die Fließgeschwindigkeit des Flusses drastisch reduziert.



Grafik 16 Verhältnis der Abundanzen Kaindlau

## Beschreibung:

Diese Grafik macht erkenntlich, dass 76% der gefundenen Exemplare Zweiflüglerlarven sind und somit den Großteil der Lebewesen in diesem Bereich bilden. Den zweiten und drittgrößten Bereich bilden die Eintagsfliegen- und Köcherfliegenlarven. Die Libellenlarven, Krebse und Wanzen sind kaum zu erkennen. Das liegt aber daran, dass sehr viele Zweiflüglerlarven vorgekommen sind.

# Krebspopulation



Die roten Punkte zeigen die gewählten Kleinbiotope, die für eine Krebsbefischung geeignet sind. An dieser Probenstelle bieten sich aufgrund der diversen Lebensräume auch viele Lebensräume für Krebse.

Abb. 46 gewählte Biotope für Befischung; Foto: Doris

Tabelle 39 Erhebungsdatenblatt Krebse Kaindlau

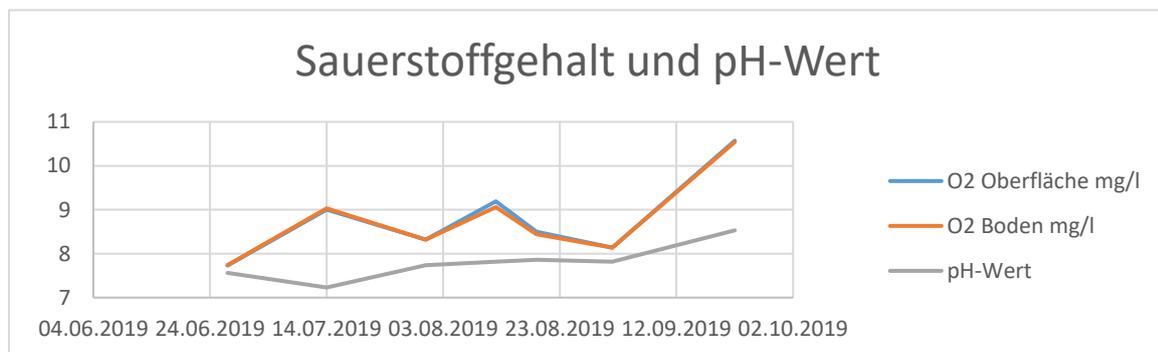
Datum	Art	Gewicht	Größe	Geschlecht	Anmerkungen
8.7.2019	Signal-krebs	108 g	13,5 cm	männlich	schwarzer Punkt am Telson
8.7.2019	Signal-krebs	-	-	weiblich	
25.7.2019	---	---	---	---	
26.7.2019	---	---	---	---	
5.9.2019	---	---	---	---	
7.9.2019	---	---	---	---	
8.9.2019	---	---	---	---	

Die Tabelle zeigt den Fangerfolg von Krebsen an dieser Probenstelle. Ein männliches Individuum konnte gefangen und untersucht werden. Mit einem Gewicht über 108 g und einer Länge von 13,5 cm handelt es sich hier um ein sehr großes Exemplar. Das weibliche Individuum konnte nicht gefangen werden.

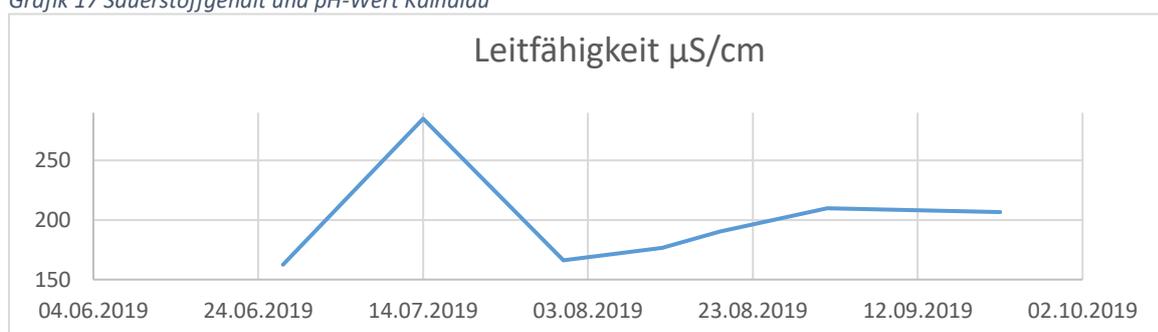
## Chemische und physikalische Parameter

Datum	O2 Oberfläche mg/l	O2 Boden mg/l	Leitfähigkeit $\mu\text{S}/\text{cm}$	pH-Wert	NO3-N mg/l	NH4-N mg/l	PO4-P mg/l
16.06.2019					<0,5	<0,05	<0,05
27.06.2019	7,73	7,74	162,5	7,56	0,63	<0,05	<0,05
14.07.2019	9	9,03	285	7,23	<0,23	0,43	0,052
31.07.2019	8,32	8,32	166,3	7,74	2,39	0,044	<0,05
12.08.2019	9,19	9,06	176,7	7,82	0,88	0,225	<0,05
19.08.2019	8,5	8,44	190,4	7,86	0,63	<0,05	<0,05
01.09.2019	8,14	8,14	209,9	7,82	1,17	0,168	0,05
22.09.2019	10,57	10,54	206,6	8,53	<0,5	0,738	<0,5

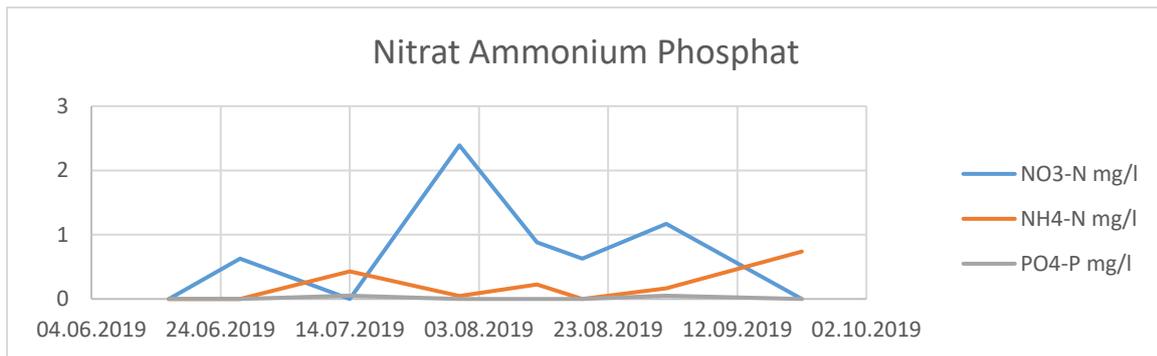
Die Tabelle zeigt die erhobenen chemischen Parameter in einem zweiwöchigen Intervall. Der Sauerstoffgehalt am Boden und an der Oberfläche korreliert stark. Der pH-Wert liegt stabil im basischen Bereich. Nur im September steigt der pH-Wert auf über 8. Mitte Juli erreicht die Leitfähigkeit einen Höhepunkt von 285  $\mu\text{S}/\text{cm}$ . Der limitierende Nährstoff Phosphat schwankt an der unteren Grenze des Messbereiches. Nitrat und Ammonium korrelieren gegengleich zueinander.



Grafik 17 Sauerstoffgehalt und pH-Wert Kaindlau



Grafik 18 Leitfähigkeit Kaindlau



Grafik 19 Nitrat, Ammonium und Phosphat Kaindlau

## Strömungsgeschwindigkeit

Tabelle 40 Strömungsgeschwindigkeit Kaindlau

Höhe	10 cm
Bewuchs	0,35 m/s
Links	0,24 m/s
Mitte	0,59 m/s
Rechts	0,16 m/s

Die Tabelle zeigt die erhobenen Strömungsgeschwindigkeiten quer zur Flussrichtung.

Der Mittelwert der Werte ergibt eine Strömungsgeschwindigkeit von 0,335 m/s.

# Probenstellen im Überblick

## Libellen

Tabelle 41 Artenvielfalt gesamt

Artnamen (lateinisch)	RL	Kickenau	Brücke n. Klär-anlage	Haus-wiesen	Brücke zw. HW und TK	Tobra-kanal	Kaindlau
<i>Calopteryx splendens</i>	NT	3**	3**	4***	5***	4***	5***
<i>Calopteryx virgo</i>	NT	4**	4**	4**	5***	4**	2*
<i>Lestes dryas</i>	CR	2*					
<i>Chalcolestes viridis</i>	LC	2*					
<i>Platycnemis pennipes</i>	LC	3**	4**	3**	3**	3**	4**
<i>Coenagrion puella</i>	LC						1
<i>Ischnura elegans</i>	LC	2*				2*	2*
<i>Aeshna mixta</i>	LC	3**					
<i>Anax imperator</i>	LC	3**		1**	3**	1	3**
<i>Gomph vulgatissimus</i>	VU			1***			
<i>Onychogomphus forcipatus</i>	VU	2*	2*	3***	3***	4**	
<i>Ophiogomphus cecilia</i>	VU	2***	3**	4***	3***	5***	5***
<i>Cordulegaster boltonii</i>	VU	1					
<i>Libellula depressa</i>	LC					1	
<i>Orthetrum spp.</i>	-	2					
<i>Sympetrum vulgatum</i>	LC	2*					
<i>Sympetrum striolatum</i>	LC	3**					2*
<b>Artenzahl</b>							
Artenzahl gesamt		15	5	7	6	8	8
sicher bodenständige Arten		1	0	3	4	2	2
wahrscheinlich bdst. Arten		6	4	4	2	3	2
möglicherweise bdst. Arten		4	1	0	0	1	3
nicht bdst. Arten		3	0	0	0	2	1
<b>OFZI - Berechnung</b>							
s/w/m bdst. Leitarten		3	3	4	3	3	2
s/w/m/ bdst. Begleitarten 1. O.		3	2	2	2	3	3
s/w/m/ bdst. Begleitarten 2. O.		4	0	1	1	0	2
Wert OFZI		1,43	2,14	2,14	2,14	1,85	2,28
ökologischer Zustand		1	2	2	2	2	2

1: Einzelfund, 2: selten, 3: häufig, 4: sehr häufig, 5: massenhaft; Tab. 2

\*\*\* sicher, \*\* wahrscheinlich, \* möglicherweise bodenständig

RL: Rote Liste Österreich:

CR Critically Endangered, VU Vulnerable, NT Near Threatened, LC Least Concern

grün: Leitarten, hellgrün: Begleitarten erster Ordnung, grau: Begleitarten zweiter Ordnung.

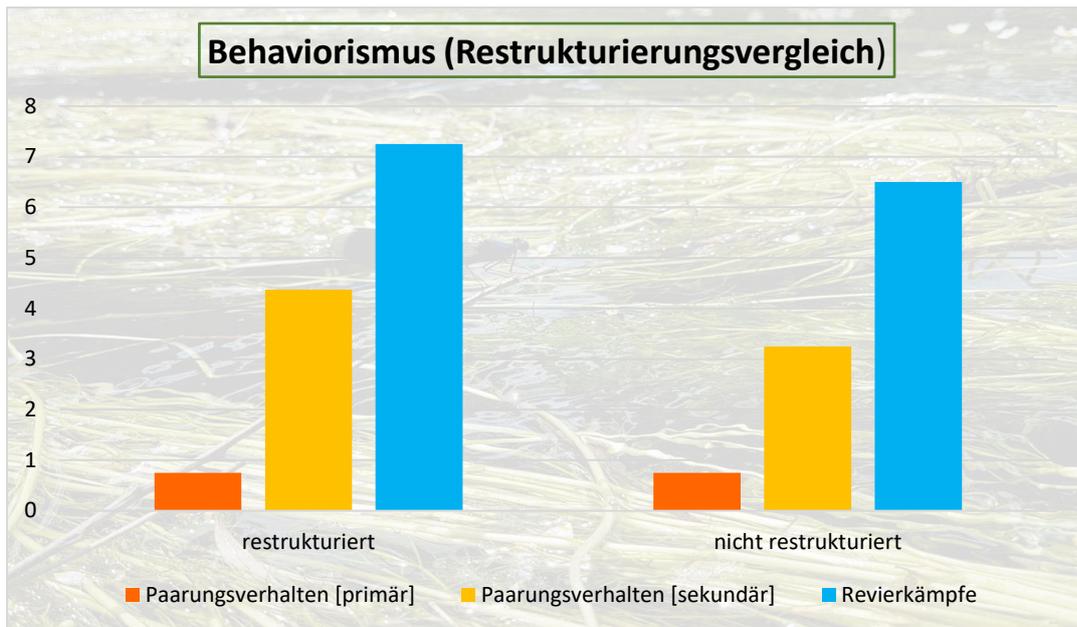
An der Naarn wurden 18 verschiedene Libellenarten nachgewiesen. 7 dieser Arten zählen zu den Kleinlibellen (*Zygoptera*) und die anderen 11 Arten gehören den Großlibellen (*Anisoptera*) an. Vom gesamten Artenspektrum sind 13 Arten sicher, wahrscheinlich oder möglicherweise bodenständig im Untersuchungsgebiet angesiedelt. Alle für den Streckenabschnitt typischen Leitarten wurden zumindest in einem Gebiet als sicher bodenständig nachgewiesen. Erwähnenswert ist das Auftreten der Glänzenden Binsenjungfer (*Lestes dryas*), welche in der Probenstelle Kickenau nachgewiesen wurde. Sie ist nämlich mit CR (Critically Endangered, vom Aussterben bedroht) mit einer Aussterbenswahrscheinlichkeit innerhalb der nächsten Jahre von über 50% stark belastet. Sie benötigt zeitweise trockenfallende und beruhigte Flussstrecken, wie zum Beispiel Altarme, die in der Kickenau künstlich geschaffen worden sind.

Die chemischen Parameter zeigen keinen direkten Einfluss auf die Artenvielfalt der Libellen. Da die Parameter nie in einem sehr extremen Bereich lagen, wurden die Libellen und ihre Larven nicht gefährdet. Der basische pH-Wert und das Ammonium jedoch, begünstigen das Auftreten von Hydrophyten, vor allem das Auftreten des Pinselblatt-Wasserhahnenfuß, wodurch wiederum strömungsberuhigte Stellen entstehen, bei welchen sich besonders viele Exuvien der Grünen Flussjungfer (*Ophiogomphus cecilia*) und der Kleinen Zangenlibelle (*Onychogomphus forcipatus*) gefunden haben. Sowohl die Grüne Flussjungfer und auch die Kleine Zangenlibelle sind Leitarten und dementsprechend ökologisch wichtig für das Untersuchungsgebiet.

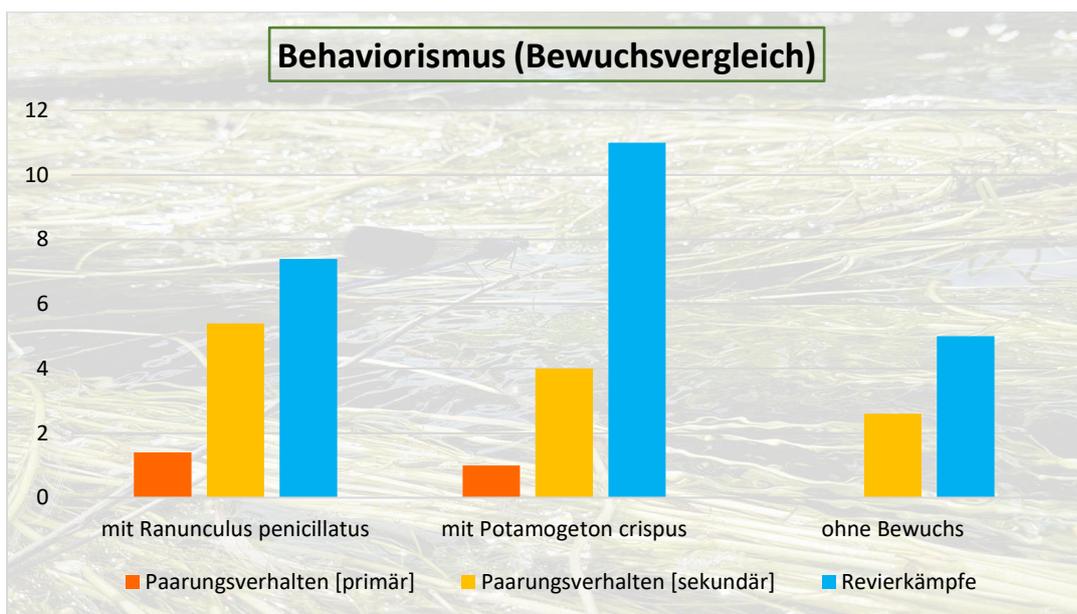
## Behaviorismus

Für die Wertetabelle des Behaviorismus siehe Anhang: Beantwortung der Forschungsfrage, Tabelle Behaviorismus gesamt

Die nachfolgenden Diagramme zeigen das durchschnittliche Verhalten nach Unterteilung in: 1. „Restrukturierungsbereiche“ und 2. „mit Bewuchs ausgestattete Bereiche“



Grafik 20 Behaviorismus Restrukturierungsvergleich



Grafik 21 Behaviorismus Bewuchsvvergleich

Es wird aus dem Vergleich der zwei Diagramme ersichtlich, dass die Wasservegetation auf das Verhalten dieser beiden Libellenarten einen erheblich größeren Einfluss hat, als die Strukturevielfalt, die im Zuge einer Restrukturierung entsteht. Dies ist vermutlich auf den Reproduktionszyklus und die Lebensweise der Prachtlibellen zurückzuführen. Im Gegensatz zu sedimentgebundenen Leitarten, ist die Sohldynamik weniger entscheidend für die Calopterygidae. Die Wasservegetation hingegen bietet einen Eiablageplatz und einen Unterschlupf für die Larven. Auch bei der Erhebung des Makrozoobenthos wurden Libellenlarven der Prachtlibellen im Pinselblättrigen Wasserhahnenfuß gefunden.

Somit hat der basische pH-Wert und der Stickstoffgehalt im Gewässer auch einen Einfluss auf reproduktives Verhalten und damit auf die Bodenständigkeit der Prachtlibellen. Vor allem die Gebänderte Prachtlibelle ist weiter Flussabwärts, wo sich auch mehr Hydrophyten finden, stärker vertreten.

## Krebspopulation

*Tabelle 42 Krebserhebungen gesamt*

Datum	Fundort	Art	Gewicht	Größe	Geschlecht	Anmerkungen
8.7.2019	Kaindlau	Signal- krebs	108 g	13,5 cm	männlich	schwarzer Punkt am Telson
8.7.2019	Kaindlau	Signal- krebs	-	-	weiblich	
8.9.2019	Wagra	Signal- krebs	49 g	11,5 cm	weiblich	
22.9.2019	Tobrabach – Hauswiesen	Signal- krebs	33 g	9,7 cm	weiblich	

Die Tabelle zeigt die gefangenen Signalkrebse im Epipotamal in der Vegetationsperiode 2019. Deutlich zu erkennen ist, dass nur ein Individuum Verletzungen aufweist. Es ist ein Zeichen dafür, dass wenige innerartliche Kämpfe stattfanden. Weiters unterstützt diese Erkenntnis, die Ergebnisse einer geringen Abundanz. Ein Signalkrebs wurde am 8. September bei Wagra gefangen. Diese Stelle liegt zwischen den definierten Probenstellen und scheint deshalb nicht in den Ergebnissen auf.

Flussaufwärts und –abwärts konnten deutlich mehr Signalkrebse festgestellt werden. Im Bereich Perg konnten 6 Individuen nachgewiesen werden. Im Mündungsbereich und Hüttinger Altarm konnten keine Krebse nachgewiesen werden. Es gibt jedoch laut Befragung der Fischer deutlich mehr Krebse in der Donau. Im Stauraum des Kraftwerkes Wallsee-Mitterkirchen konnten bei einem Methodentest 7 Signalkrebse gefangen werden. Diese Individuen wiesen deutlich mehr Verletzungen auf, dies lässt auf eine hohe Abundanz an dem Standort schließen.

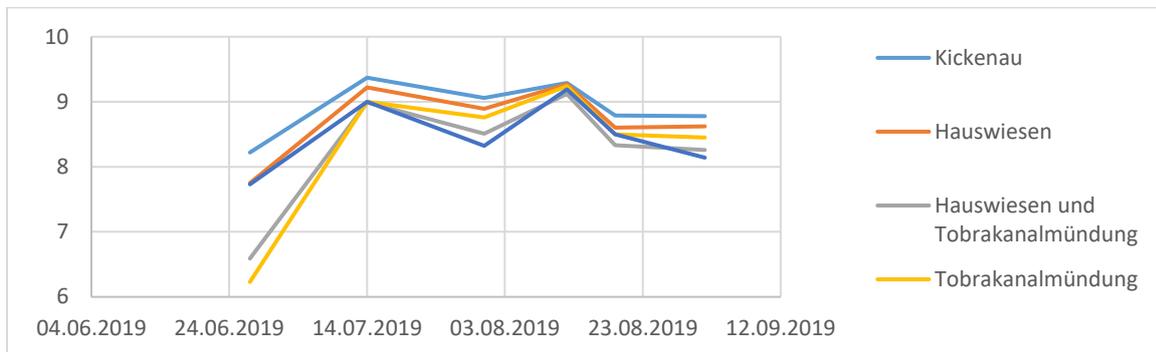


Abb. 47 Luftbild mit erfolgreichen Fundstellen; Foto: M. Grammer

Die Abbildung zeigt die Fundstellen an denen Signalkrebse gefangen wurden.

# Chemische Parameter

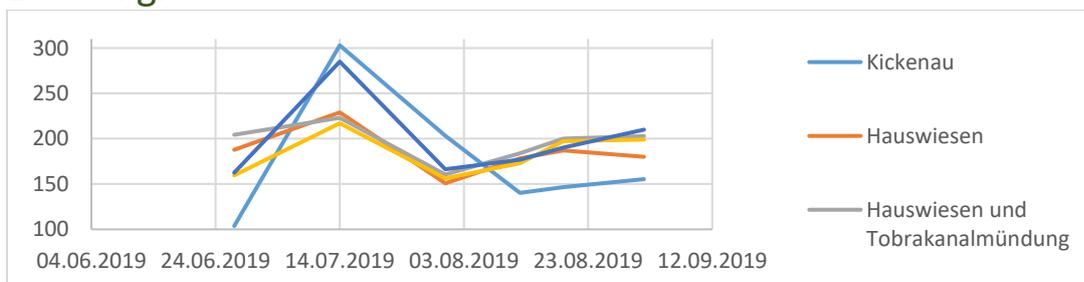
## Sauerstoff



Grafik 22 Sauerstoff gesamt

Im Jahresverlauf steigt der Sauerstoffgehalt anfangs Juli stark an. Mitte August folgt ein weiterer Peak, der sich durch alle Messstellen zieht. Die starke Sonneneinstrahlung wird von den Hydrophyten zur Photosynthese genutzt, wodurch sich der Sauerstoffgehalt rapide erhöht. Die weiteren Schwankungen können auf die Witterung zurückzuführen werden. Bei weniger Sonneneinstrahlung wird weniger Sauerstoff produziert. Obwohl in der Kickenau keine Hydrophyten festgestellt werden konnten, korrelieren die Werte mit den anderen Probestellen, die einen Bewuchs aufweisen.

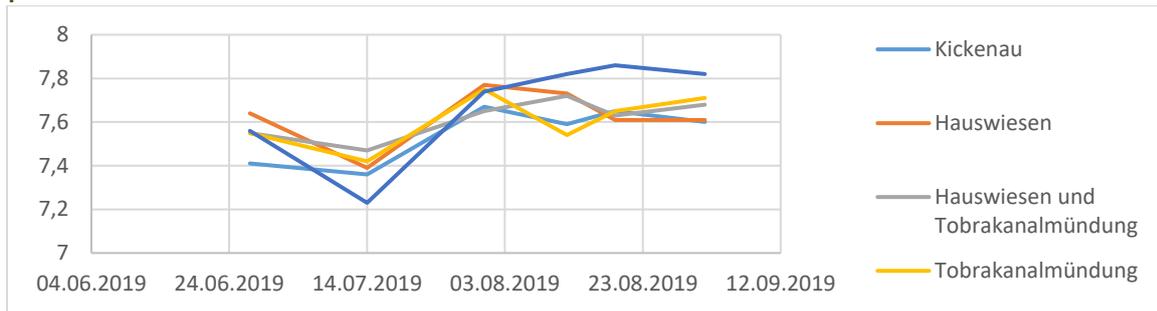
## Leitfähigkeit



Grafik 23 Leitfähigkeit gesamt

Die Leitfähigkeit weist im Jahresverlauf ein Anstieg auf bis zu 300  $\mu\text{S}/\text{cm}$  am 14. Juli und fällt auf gegen Ende Juli um 150  $\mu\text{S}/\text{cm}$ . Bis zum Vegetationsende verhalten sich die Werte weitgehend stabil zwischen 150 und 200  $\mu\text{S}/\text{cm}$ . Die Werte zeigen, dass die Naarn ein oligotrophes Gewässer ist.

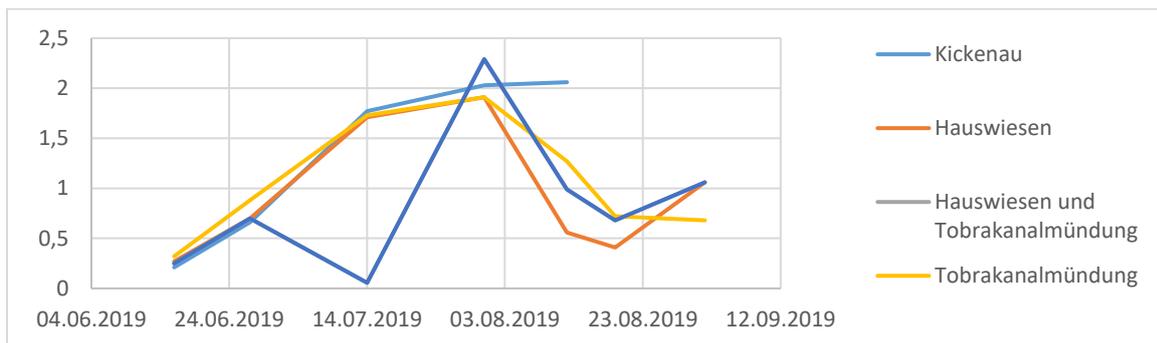
## pH-Wert



Grafik 24 pH-Wert gesamt

Am 14. Juli weist der pH-Wert an allen Messstellen das maximale Tief im Jahresverlauf auf. Die Leitfähigkeit verhält sich im reziproken Verhältnis zum pH-Wert um diesen Messtermin. Einträge von Säuren oder organischem Material senken den pH-Wert. Die Salze der Säuren verbleiben gelöst im Gewässer und erhöhen die Leitfähigkeit. Bis Anfang August steigt der pH-Wert und verbleibt bis zum Messende im basischen Bereich.

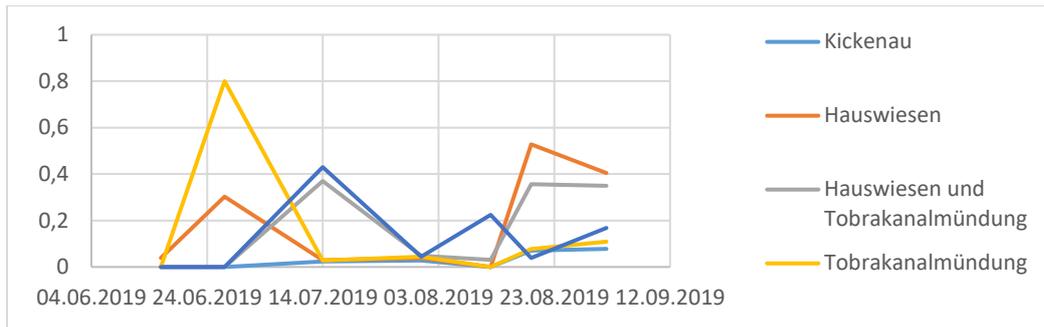
## Nitrat



Grafik 25 Nitrat gesamt

Das Nitrat steigt an allen Probestellen bis Anfang August auf 2 mg/l. Die Probestelle Kaindlau folgt nicht diesem Trend und fällt am 14. Juli unter die Bestimmungsgrenze. Dabei handelt sich aufgrund der massiven Abweichung zu den anderen Werten um einen Messfehler. Gegen Vegetationsende fällt die Nitratkonzentration zurück auf das ursprüngliche Niveau bzw. steigt nochmals auf 1 mg/l. Im Juni beginnen Nitrosomonas und Nitrobacter das eingetragene Ammonium umzuwandeln. In den heißen Sommermonaten kann die Reaktion der Mikroorganismen schneller ablaufen und es kommt zu einer schnellen Umwandlung in Nitrat. Gegen Jahresende schwanken die Temperaturen, aber die durchschnittliche Temperatur fällt und die Umsetzung von Ammonium in Nitrat verlangsamt sich.

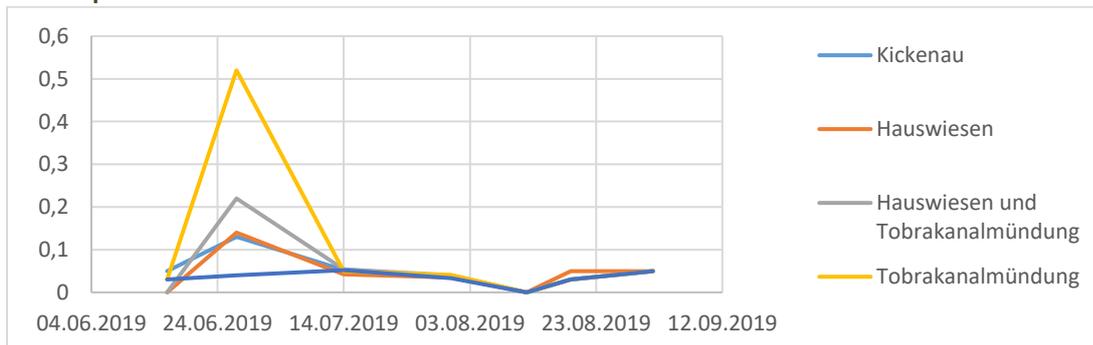
## Ammonium



Grafik 26 Ammonium gesamt

Die Grafik zeigt keinen einheitlichen Trend der Probenstellen auf. Durch die direkte Einschwemmung in das Gewässer kommt es lokal zu hohen Schwankungen. Die Probenstelle Kickenau ist besonders stabil. Das kann darauf zurückgeführt werden, dass oberhalb der Probenstelle Kickenau kaum Agrarflächen liegen und deshalb auch der Eintrag in das Gewässer niedriger ist.

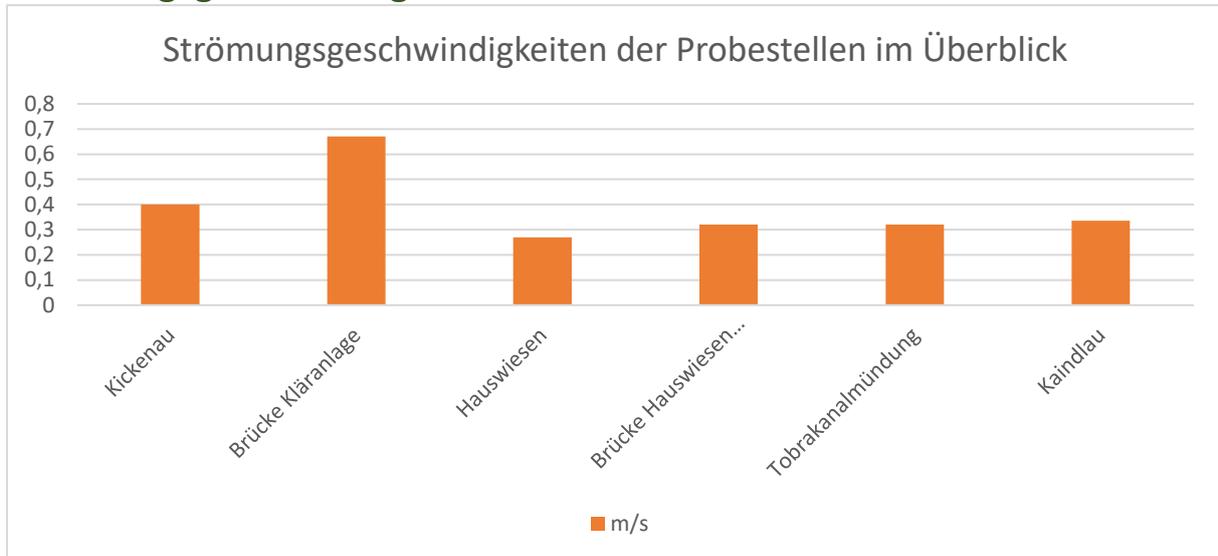
## Phosphat



Grafik 27 Phosphat gesamt

Phosphat weist einen starken Anstieg innerhalb von zwei Wochen auf, der sich nach weiteren zwei Wochen normalisierte. Die Ursache für diesen Anstieg könnte in der Landwirtschaft zu suchen sein. Die Kickenau zeigt diesen Anstieg der Werte wahrscheinlich wegen der wenigen Agrarflächen flussaufwärts wiederum nicht. Im Unterschied dazu befinden sich um die Probenstelle Tobrakanalmündung viele Ackerflächen, die für den Anstieg verantwortlich sein könnten.

## Strömungsgeschwindigkeit



Grafik 28 Strömungsgeschwindigkeit gesamt

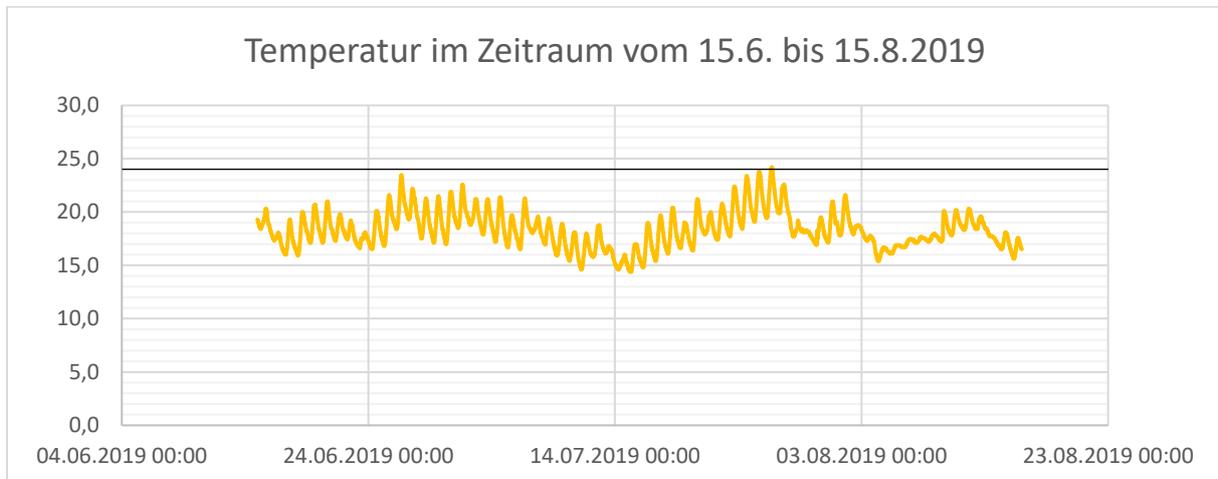
Die Tabelle zeigt die durchschnittliche Strömung an den einzelnen Probestellen. Die begradigte Probenstelle „Brücke Kläranlage“ weist die höchste durchschnittliche Strömungsgeschwindigkeit auf, während in der Restrukturierung Hauswiesen das weite Flussbett und die Mäander einen die Strömungsgeschwindigkeit verlangsamen. Die Differenz zwischen der Kickenau und Kläranlage zeigt, dass Restrukturierungen lokal die Strömungsgeschwindigkeit senken können. Die Probenstelle an der Brücke zwischen der Probenstelle Hauswiesen und Tobrakanalnündung ist grundsätzlich begradigt, weist aber dennoch Strömungswerte einer Restrukturierung auf. Die Strecke zeigt kleine baubiologische Maßnahmen und ein weiteres Flussbett als die Probenstelle Kläranlage und erreicht deshalb eine niedrige Strömungsgeschwindigkeit.

## Interpretation

Wie bereits im Überblick dargestellt, weisen die Ergebnisse auf eine geringe Abundanz von Signalkrebsen im Epipotamal der Naarn hin. Dafür kommen verschieden Gründe in Frage:

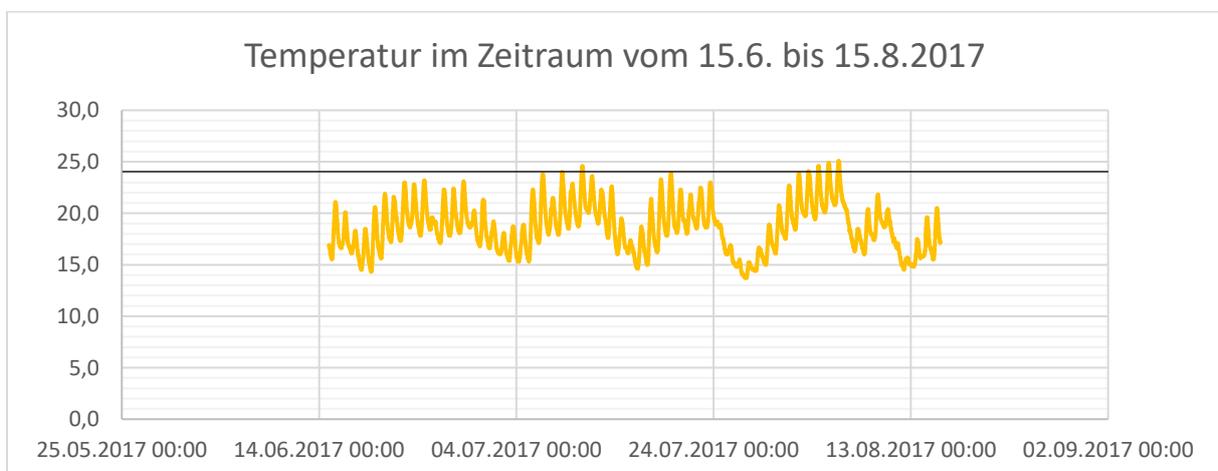
Einerseits könnte die Temperatur dafür verantwortlich gemacht werden. Die Diplomarbeit von Kilian Vogel und Erik Koppensteiner wies eine letale Temperatur für *Pacifastacus leniusculus* bei bereits 24 °C nach. Die Naarn erreichte an der Messstelle Haid in den letzten drei Sommern jeweils kurzzeitig eine Temperatur von 24 °C und mehr. In der Vegetationsperiode

2019 erreichte und überschritt die Naarn am 26. Juli die Temperaturgrenze von 24 °C für rund zweieinhalb Stunden.



Grafik 29 Temperatur Sommer 2019

Die Grafik illustriert den Temperaturverlauf und zeigt, dass 24 °C nur einmal überschritten wurde, jedoch mehrmals eine Annäherung an diese Temperatur in diesem Zeitraum stattfand. Auch im Jahr 2017 kam es zu den hohen Temperaturen in der Naarn.



Grafik 30 Temperatur Sommer 2017

Die Grafik zeigt den Verlauf der Temperatur im Sommer 2017. Dabei wurde mehrmals die Temperatur von 24 °C erreicht und überschritten. 2018 kam es nicht zu diesen Überschreitungen. Die Studie von Vogel Kilian und Erik Koppensteiner, geht nur auf die Letalität von Signalkrebsen bei einer Wassertemperatur über 24 Grad ein und legt dort den LD100 Wert an. Offen bleibt jedoch, welche Auswirkungen Temperaturen knapp darunter bereits auf einzelne Individuen hinsichtlich Letalität haben und inwiefern die Fortpflanzungstätigkeit durch die Wassertemperatur beeinflusst wird (Vogel; Koppensteiner)

Hager schreibt, dass die optimale Temperatur für Signalkrebse im Bereich von 18 °C bis 22 °C liegt. Das würde bedeuten, dass schon zwei Grad über dem Temperaturoptimum zum Tod führen können.

Muzaffer Mustafa Harlioğlu beobachtete unter Laborbedingungen, dass bei allmählicher Steigerung der Wassertemperatur um täglich 1 °C Signalkrebse bis 34 °C am Leben bleiben. Eine direkte Übertragung dieser Ergebnisse auf Freilandverhältnisse mit deutlich schnelleren Schwankungen der Wassertemperatur ist nicht möglich (Muzaffer Mustafa Harlioğlu 1996, Abstract).

Wie die Abbildungen 2 und 3 zeigen, können im Tag-Nacht-Intervall Temperaturdifferenzen von bis zu 5 °C entstehen.

Im Epipotamal der Naarn sind die Lebensbedingungen während der Sommermonate offenbar ungünstig. Im Stadtgebiet von Perg wurden im Zuge dieser Arbeit jedenfalls mehr Signalkrebse gefangen. Die Interviews mit Fischern ergaben ebenfalls, dass eine deutlich höhere Abundanz im Rithral der Naarn oberhalb von Perg erwartet wird. Möglicherweise ist das Gewässer im Naarntal durch dessen Schluchtcharakter und durch den überhängenden Uferbewuchs vor der direkten Sonneneinstrahlung und damit vor Erwärmung geschützt.

In Frage käme auch, dass die Einleitung der wärmeren Abwässer der Kläranlage bei Perg die Wassertemperatur erhöht. Da über diesen Flussabschnitt keine Temperaturmesswerte vorliegen, bleibt diese Überlegung vorerst Spekulation.

Aufgrund der geringen Fanghäufigkeit kann der Signalkrebs in der Naarn nicht als Indikatorart für die Biodiversität in begradigten und restrukturierten Flussbereichen der Naarn herangezogen werden.

Obwohl die Ergebnisse darauf hinweisen, dass die Wassertemperatur der Naarn und die vielfach durch mangelnden Uferbewuchs fehlende Beschattung des Fließgewässers einen negativen Einfluss auf die Signalkrebspopulation haben, erscheinen weiterführende Untersuchungen einerseits zur Bestätigung der geringen Abundanz sowie andererseits zu deren Ursachen gerechtfertigt.



# Erkenntnisse

## Libellen

Das Untersuchungsanliegen war das Monitoring und der Vergleich des Vorkommens und des Verhaltens von 2 ausgewählten Libellenarten, den zwei in Mitteleuropa vorkommenden Prachtlibellen, in restrukturierten und nicht restrukturierten Abschnitten. Auch die Untersuchung des Zusammenhangs zwischen dem Vorkommen von Hydrophyten, chemisch-physikalischen Parametern und der Libellenpopulation.

Das erwartete Ergebnis war, dass sich der Pinselblatt-Hahnenfuß stärker auf die zwei ausgewählten Arten auswirkt, als Restrukturierungsmaßnahmen. Dieses Ergebnis konnte durch die erhobenen Daten durchaus bestätigt werden, da die zwei Prachtlibellenarten Kopulationen und Eiablagen stets in Anwesenheit der Hydrophyten zeigten. Jedoch ist das Verhalten nicht an den Pinselblatt-Hahnenfuß gebunden, sondern auch das Krause Laichkraut dient als Eiablageplatz.

## Krebspopulation

Insgesamt konnten in allen definierten Probenstellen drei Signalkrebsindividuen festgestellt werden. Zwei davon stammen aus der Restrukturierung Naarn-Kickenau. Ein Signalkrebs konnte bei der Brücke vor der Restrukturierung Tobrakanalmündung gefangen werden. Aufgrund der geringen Fangquoten kann kein Zusammenhang zwischen Probenstellen mit Hydrophyten und Probenstellen ohne Hydrophyten festgestellt werden. Ebenso kann an der Naarn nicht die Aussage getroffen werden, ob Restrukturierungen für die Abundanz von Krebsen günstig sind oder nicht. Ob der Signalkrebs in der Naarn als geeignete Leitart für weitere Studien mit ähnlicher Fragestellung geeignet ist, darf bezweifelt werden.

## Makrozoobenthos

Das Ziel dieser Diplomarbeit ist es herauszufinden, ob sich Wasserpflanzen, speziell der Pinselblättrige Wasserhahnenfuß, positiv auf die Ökologie des Gewässers in Bezug auf Arten und Individuenzahl des Makrozoobenthos auswirkt. Rein grundsätzlich ist zu sagen, dass die größte negative Auswirkung auf das Makrozoobenthos, schattige Gebiete, wie die durch Wald beschattete Tobrakanalmündung (Probenst. 5) und monotone nicht restrukturierte Gebiete,

wie in der Nähe der Kläranlage (Probenst. 2), darstellen. Da in diesen beiden Gebieten nur eine sehr kleine Artenvielfalt vorkommt, wird dies bestätigt. Speziell in Gebieten mit dem Hahnenfuß konnten verhältnismäßig viele Libellen- und Zweiflüglerlarven festgestellt werden. Besonders herausstechend war die Probenstelle zwischen der Restrukturierung Hauswiesen und der Mündung des Tobrakanals, da dort trotz keiner Restrukturierungsmaßnahmen eine ziemlich hohe Artenvielfalt auftrat, wo zu vermuten ist, dass dies aufgrund des Wasserhahnenfußes zustande kommt. Speziell zum Wasserhahnenfuß gab es in keinem Gebiet einen so hohen Bestand an Makrozoobenthen, rein auf den Wasserhahnenfuß bezogen, wie in der Kaindlau. In diesem Gebiet kamen jedoch hauptsächlich nur Zweiflüglerlarven vor, welche im adulten Zustand für Menschen als Plage angesehen werden. Nicht nur, da sie als nervig angesehen werden, sondern auch da sie Krankheitsüberträger sind.

Wenn man die erste Probenstelle (Kickenau) und die letzte Probenstelle (Kaindlau) miteinander vergleicht, bemerkt man, dass in der Kaindlau eine höhere Artenvielfalt vorkommt. Das Interessante daran ist, dass in der Kickenau grundsätzlich mehr verschiedene Habitate vorkommen. Der größte Unterschied zu diesen beiden restrukturierten Bereichen ist, dass in der Kaindlau der Pinselblättrige Wasserhahnenfuß vorkommt und in der Kickenau dahingegen keine Wasserpflanzen. In der Tabelle der Probenstelle 6 (Kaindlau) ist auch zu sehen, dass vier gefundene Arten nachgewiesen im Wasserhahnenfuß vorkommen. Dies lässt einem zu dem Entschluss kommen, dass der Wasserhahnenfuß eine positive Auswirkung auf das Ökosystem hat.

## Quellen-/Literaturverzeichnis

Adam, Beate; Schürmann, Maren; Schwevers, Ulrich: Zum Umgang mit aquatischen Organismen. Versuchstierkundliche Grundlagen. 1. Auflage. Wiesbaden: Springer Spektrum, 2013.

Hager, Johannes: Flusskrebse. Biologie Zucht Bewirtschaftung. 3. Auflage. Graz: Leopold Stocker Verlag, 2018.

Kölle, Walter: Wasseranalysen – richtig beurteilt. Grundlagen, Parameter, Wassertypen, Inhaltsstoffe, Grenzwert nach Trinkwasserverordnung und EU-Trinkwasserrichtlinie. 2. Auflage. Weinheim: WILEY-VCH GmbH & Co. KGaA, 2003.

Schwedt, Georg: Taschenatlas der Umweltchemie. 1. Auflage. Stuttgart: Georg Thieme Verlag, 1996.

Harlioğlu, Muzaffer Mustafa: (1996) *Comparative biology of the signal crayfish, Pacifastacus leniusculus (Dana), and the narrow-clawed crayfish, Astacus leptodactylus Eschscholtz*. PhD thesis. University of Nottingham: 1996

[https://www.umweltbundesamt.at/artenschutz/rl\\_tiere/](https://www.umweltbundesamt.at/artenschutz/rl_tiere/)

## Abbildungs- und Tabellenverzeichnis

Abb. 1 Kopf einer kleinen Zangenlibelle ♂ mit deutlichem Abstand zwischen den Komplexaugen Foto: Th.P. ....	9
Abb. 2 Grüne Flussjungfer ♂ Foto: Th.P.....	10
Abb. 3 Larve einer Grünen Flussjungfer Foto: Th.P. ....	10
Abb. 4 Emergenz einer Grünen Flussjungfer Foto: Th.P. ....	11
Abb. 5 Schwirrflug eines Calopteryx splendens ♂ Foto: Th.P.....	14
Abb. 6 Paarungsrade bei zwei Calopteryx splendens Foto: Th.P. ....	15
Abb. 7 Calopteryx splendens Weibchen bei der Eiablage auf Pinselblättrigem Wasserhahnenfuß Foto: Th.P.....	15
Abb. 8 Hauptsitzplatz eines Calopteryx splendens ♂ Foto: Th.P. ....	16
Abb. 9 Anatomie der Krebse; Foto: M. Grammer .....	24
Abb. 11 Unterseite der Schere; Foto: M. Grammer .....	27
Abb. 10 Signalfleck, Foto: M. Grammer .....	27
Grafik 1 Umsetzung von Ammonium, Nitrit und Nitrat .....	31
Tabelle 1 Leitfähigkeit von Wassertypen; (vgl. Kölle 2003, 66) .....	32
Tabelle 2 Abundanzklassen .....	33
Tabelle 3 Valenzpunkte der Libellen des Epipotamals.....	35
Tabelle 4 Statusklassen .....	36
Tabelle 5 Zustandklassen .....	36
Abb. 12 Bereich Kickenau mit zahlreichen Prachtlibellen Foto: Th.P. ....	37
Abb. 13 Männchen zeigt Schlusslicht Foto: Th.P. ....	39
Tabelle 6 Erhebungsdatenblatt .....	42
Abb. 14 Angel mit Köder; Foto: M. Grammer .....	43
Abb. 15 Reuse mit 2 Pacifastacus leniusculus; Foto: M. Grammer .....	44
Abb. 16 Reuse mit Beifang; Foto: M. Grammer .....	45
Abb. 17 Reuse mit Absperrnetz; Foto: M. Grammer .....	45
Abb. 18 Messung des Gewichtes; Foto: M. Grammer .....	47
Abb. 19 männl. und weibl. Individuum; Foto: M. Grammer.....	47
Abb. 20 männliches Individuum; Foto: M. Grammer .....	48
Abb. 21 weibliches Individuum; Foto: M. Grammer .....	48

Abb. 22 männ. und weib. Individuum; Foto: M. Grammer .....	48
Abb. 23 Multimeter; Foto: M. Grammer .....	49
Abb. 24 Hydrometrischer Flügel; Foto: M. Grammer .....	50
Abb. 25 Luftbild der Probenstelle Kickenau; Foto: Doris .....	51
Tabelle 7 Artenvielfalt Kickenau.....	53
Abb. 26 Aeshna mixta ♂ Foto: Th. P. ....	53
Abb. 27 Sympetrum striolatum ♂ Foto: Th.P.....	54
Abb. 28 : Lestes dryas ♂ Foto: Th.P.....	54
Tabelle 8 Verhalten der Prachtlibellen Kickenau .....	55
Tabelle 9 Makrozoobenthos Kickenau .....	56
Grafik 2 Verhältnis der Abundanzen Kickenau.....	57
Abb. 29 gewählte Biotope für Befischung; Foto: Doris .....	58
Tabelle 10 Erhebungsdatenblatt Krebse Kickenau .....	58
Tabelle 11 Chemische und physikalische Parameter Kickenau .....	59
Grafik 3 Sauerstoffgehalt und pH-Wert Kickenau.....	59
Grafik 4 Leitfähigkeit Kickenau.....	60
Grafik 5 Nitrat, Ammonium und Phosphat Kickenau .....	60
Tabelle 12 Strömungsgeschwindigkeit Kickenau .....	60
Abb. 30 Luftbild Probenstelle Kläranlage; Foto: Doris .....	61
Abb. 31 eine der vielen Gebänderten Prachtlibellen ♂ im Gras, Foto: Th.P. ....	62
Tabelle 13 Artenvielfalt Brücke nach Kläranl. ....	62
Tabelle 14 Verhalten der Prachtlibellen Brücke nach Kläranl.....	63
Tabelle 15 Makrozoobenthos Brücke nach Kläranl.....	64
Grafik 6 Verhältnis der Abundanzen Brücke nach Kläranl. ....	64
Abb. 32 Köcherfliegen auf einem Stein Foto: Günther Steinkellner .....	64
Abb. 33 gewählte Biotope für Befischung; Foto: Doris .....	65
Tabelle 16 Erhebungsdatenblatt Krebse Brücke nach Kläranl. ....	65
Tabelle 17 Strömungsgeschwindigkeit Brücke nach Kläranl.....	66
Abb. 34 Luftbild der Probenstelle Hauswiese; Foto: Doris .....	67
Tabelle 18 Artenvielfalt Hauswiesen.....	68

Abb. 35 frisch geschlüpfter Imago der Gemeinen Keiljungfer ( <i>Gomphus vulgatissimus</i> ) als Beweis der Bodenständigkeit, Foto: Th. P. ....	68
Tabelle 19 Verhalten der Prachtlibellen Hauswiesen .....	69
Tabelle 20 Makrozoobenthos Hauswiesen .....	69
Grafik 7 Verhältnis der Abundanzen Hauswiesen.....	70
Abb. 36 gewählte Biotope für Befischung; Foto: Doris.....	71
Tabelle 21 Erhebungsdatenblatt Krebse Hauswiesen.....	71
Tabelle 22 Chemische und physikalische Parameter Hauswiesen.....	71
Grafik 8 Sauerstoffgehalt und pH-Wert Hauswiesen.....	72
Grafik 9 Leitfähigkeit Hauswiesen .....	72
Grafik 10 Nitrat, Ammonium und Phosphat Hauswiesen .....	72
Tabelle 23 Strömungsgeschwindigkeit Hauswiesen .....	73
Abb. 37 Luftbild der Probenstelle Brücke vor TK; Foto: Doris .....	74
Abb. 38 Imago der Kleinen Zangenlibelle ( <i>Onychogomphus forcipatus</i> ) Foto: Th.P. ....	75
Tabelle 24 Artenvielfalt Brücke zw. Hausw. und Tobrakanalmdg. ....	75
Tabelle 25 Verhalten der Prachtlibellen Br. zw. HW und TK.....	76
Abb. 39 <i>Calopteryx splendens</i> (Paarungsrade) Foto: Th.P.....	76
Tabelle 26 Makrozoobenthos Br. zw. HW und TK.....	77
Grafik 11 Verhältnis der Abundanzen Br. zw. HW und TK .....	78
Abb. 40 gewählte Biotope für Befischung; Foto: Doris.....	79
Tabelle 27 Erhebungsdatenblatt Krebse Br. zw. HW und TK .....	79
Tabelle 28 Chemische und physikalische Parameter Br. zw. HW und TK .....	79
Tabelle 29 Strömungsgeschwindigkeit Br. zw. HW und TK.....	80
Abb. 41 Luftbild der Probenstelle TK; Foto: Doris.....	81
Abb. 42 Frisch geschlüpfte Imago der Grünen Flussjungfer ( <i>Ophiogomphus cecilia</i> ) mit zugehöriger Exuvie im Hintergrund Foto: Th. P. ....	82
Tabelle 30 Artenvielfalt Tobrakanalmündung .....	82
Tabelle 31 Verhalten der Prachtlibellen Tobrakanalmündung .....	83
Tabelle 32 Makrozoobenthos Tobrakanalmündung.....	84
Grafik 12 Verhältnis der Abundanzen Tobrakanalmündung .....	85
Abb. 43 gewählte Biotope für Befischung; Foto: Doris.....	85
Tabelle 33 Erhebungsdatenblatt Krebse Tobrakanalmündung .....	85

Tabelle 34 Chemische und physikalische Parameter Tobrakanalmündung .....	86
Grafik 13 Sauerstoffgehalt und pH-Wert Tobrakanalmündung.....	86
Grafik 14 Leitfähigkeit Tobrakanalmündung.....	87
Grafik 15 Nitrat, Ammonium und Phosphat Tobrakanalmündung.....	87
Tabelle 35 Strömungsgeschwindigkeit Tobrakanalmündung .....	87
Abb. 44 Luftbild der Probenstelle Kaindlau; Foto: Doris.....	88
Tabelle 36 Artenvielfalt Kaindlau .....	89
Abb. 45 Hufeisen-Azurjungfer (Coenagrion puella) Foto: Th.P.....	89
Tabelle 37 Verhalten der Prachtlibellen Kaindlau.....	90
Tabelle 38 Makrozoobenthos Kaindlau.....	91
Grafik 16 Verhältnis der Abundanzen Kaindlau .....	92
Abb. 46 gewählte Biotope für Befischung; Foto: Doris.....	93
Tabelle 39 Erhebungsdatenblatt Krebse Kaindlau .....	93
Grafik 17 Sauerstoffgehalt und pH-Wert Kaindlau .....	94
Grafik 18 Leitfähigkeit Kaindlau .....	94
Grafik 19 Nitrat, Ammonium und Phosphat Kaindlau .....	95
Tabelle 40 Strömungsgeschwindigkeit Kaindlau.....	95
Tabelle 41 Artenvielfalt gesamt .....	96
Grafik 20 Behaviorismus Restrukturierungsvergleich.....	98
Grafik 21 Behaviorismus Bewuchsvergleich .....	98
Tabelle 42 Krebserhebungen gesamt.....	99
Abb. 47 Luftbild mit erfolgreichen Fundstellen; Foto: M. Grammer .....	100
Grafik 22 Sauerstoff gesamt.....	101
Grafik 23 Leitfähigkeit gesamt .....	101
Grafik 24 pH-Wert gesamt .....	102
Grafik 25 Nitrat gesamt.....	102
Grafik 26 Ammonium gesamt .....	103
Grafik 27 Phosphat gesamt .....	103
Grafik 28 Strömungsgeschwindigkeit gesamt.....	104
Grafik 29 Temperatur Sommer 2019 .....	105
Grafik 30 Temperatur Sommer 2017 .....	105
Tabelle 43 Verhalten der Prachtlibellen allgemein.....	115

Abb. 48 Emergenz von *Calopteryx splendens* ♀ ..... 116

Abb. 49 *Anax imperator* bei der Eiablage auf *Potamogeton crispus* ..... 116

## Anhang

Tabelle 43 Verhalten der Prachtlibellen allgemein

<b>Kickenau</b>				
Erhebung	Jagd	Revierkämpfe	Paarungsverhalten	Häufigkeit
1	1	6	(7)	sehr häufig 4
2	2	6	(3)	sehr häufig 4
<b>Brücke nach Kläranlage</b>				
Erhebung	Jagd	Revierkämpfe	Paarungsverhalten	Häufigkeit
1	3	6	(1)	sehr häufig 4
2	1	6	0	häufig 3
<b>Hauswiesen</b>				
Erhebung	Jagd	Revierkämpfe	Paarungsverhalten	Häufigkeit
1	2	9	(1)	massenhaft 5
2	1	13	2 + (7)	massenhaft 5
<b>Brücke zw HW und TK</b>				
Erhebung	Jagd	Revierkämpfe	Paarungsverhalten	Häufigkeit
1	-	6	(2)	Massenhaft 5
2	1	8	3 + (10)	Massenhaft 5
<b>Mitterkirchen (Tobrakanal­mündung)</b>				
Erhebung	Jagd	Revierkämpfe	Paarungsverhalten	Häufigkeit
1	1	1	(2)	sehr häufig 4
2	1	9	3 + (6)	Sehr häufig 4
<b>Kaindlau</b>				
Erhebung	Jagd	Revierkämpfe	Paarungsverhalten	Häufigkeit
1	-	4	(6)	massenhaft 5
2	1	10	1 + (3)	massenhaft 5

## Zusätzliche Bilder



Abb. 49 *Anax imperator* bei der Eiablage auf *Potamogeton crispus*



Abb. 48 Emergenz von *Calopteryx splendens* ♀