



# Mikroplastik in Fischen

Pilotstudie in der oberösterreichischen Donau

Franz Lumesberger-Loisl & Clemens Gumpinger



Wels, Dezember 2015



# Mikroplastik in Fischen

## Pilotstudie in der oberösterreichischen Donau

Franz Lumesberger-Loisl & Clemens Gumpinger

technisches büro für gewässerökologie  
di clemens gumpinger

4600 wels | gabelbergerstraße 7  
tel. 07242/21 15 92 | office@blattfisch.at

[www.blattfisch.at](http://www.blattfisch.at)



Im Freiland und Labor unterstützt durch

Klaus Berg, Daniela Gstöttenmayr, Andreas Fischer,  
Sarah Höfler, Christina Riedl & Michael Schauer

Im Auftrag des

Amtes der Oberösterreichischen Landesregierung

Direktion Umwelt und Wasserwirtschaft

Abteilung Oberflächengewässerrwirtschaft / Gewässerschutz

Wels, Dezember 2015



## **INHALTSVERZEICHNIS**

<b>1</b>	<b>Einleitung .....</b>	<b>2</b>
<b>2</b>	<b>Methodik.....</b>	<b>4</b>
2.1	Recherche .....	4
2.2	Freiland.....	6
2.2.1	Auswahl der Zielfischarten.....	6
2.2.2	Auswahl der Untersuchungsstrecken.....	8
2.2.3	Probenahme .....	11
2.3	Probenaufarbeitung im Labor.....	13
<b>3</b>	<b>Ergebnisse .....</b>	<b>14</b>
3.1	Großraum Aschach.....	14
3.1.1	Fangergebnis.....	14
3.1.2	Ergebnis der Laborarbeiten .....	16
3.2	Großraum Linz.....	21
3.2.1	Fangergebnis.....	21
3.2.2	Ergebnis der Laborarbeiten .....	23
3.3	Großraum Grein.....	25
3.3.1	Fangergebnis.....	25
3.3.2	Ergebnis der Laborarbeiten .....	26
3.4	„Speisefische“ – Zusammenarbeit mit Berufsfischer Wiesmayr.....	30
<b>4</b>	<b>Diskussion.....</b>	<b>33</b>
<b>5</b>	<b>Zusammenfassung .....</b>	<b>36</b>
<b>6</b>	<b>Literatur .....</b>	<b>37</b>
<b>7</b>	<b>Abbildungsverzeichnis.....</b>	<b>40</b>
<b>8</b>	<b>Tabellenverzeichnis.....</b>	<b>43</b>





# 1 **EINLEITUNG**

Als Kunststoffe (umgangssprachlich Plastik) bezeichnet man Werkstoffe, die hauptsächlich aus Makromolekülen bestehen. Sie können aus Naturstoffen, beispielsweise diversen Pflanzensäften gewonnen oder rein synthetisch erzeugt werden.

Produkte aus Kunststoff sind in der heutigen Zeit allgegenwärtig. Die Anwendungsmöglichkeiten sind vielfältig und reichen von profanem Verpackungsmaterial, etwa dem allgemein bekannten Plastiksackerl, bis hin zu hochentwickeltem medizinischem Equipment oder Spezialanwendungen in Forschung und High-Tech-Produkten. Aufgrund der Möglichkeit, dem Kunststoff durch die Auswahl der Makromoleküle, Zugabe diverser Stoffe und unterschiedliche Herstellungsverfahren nahezu jede gewünschte Eigenschaft zu geben, hat diese Materialgruppe in zahllosen Variationen unsere Welt erobert. Man bezeichnet die heutige Zeit deswegen gerne auch als das Plastik-Zeitalter.

Der alltägliche Gebrauch von Kunststoffprodukten führt aber auch dazu, dass große Mengen Plastikmüll anfallen, die in der Umwelt, aufgrund der Stabilität und Beständigkeit des Materials, lange nachweisbar sind (HOHENBLUM et al. 2015). Durch mechanische und chemische Prozesse werden die Kunststoffteile zu mikroskopisch kleinen Partikeln zerkleinert, die nahezu überall zu finden sind. Diese Omnipräsenz, gepaart mit der außerordentlichen Persistenz des Plastikmülls führen dazu, dass die Plastikverschmutzung zu einem globalen Problem geworden ist (BARNES et al. 2009).

In marinen Ökosystemen ist diese Plastikbelastung schon seit geraumer Zeit ein viel diskutiertes Thema in der Wissenschaft, wobei die Untersuchung von Mikroplastikpartikeln mehr und mehr an Bedeutung erlangt. Mikroplastik stellt besonders in aquatischen Lebensräumen ein Problem dar, da diese äußerst kleinen Teilchen von zahlreichen, häufig ebenfalls sehr kleinen, filtrierenden Organismen aufgenommen werden und auf diesem Weg in die Nahrungskette gelangen (DERRAIK 2002). Die im Plastik enthaltenen, beziehungsweise an der Oberfläche der Partikel haftenden chemischen Verbindungen sind oftmals toxisch und wirken sich schädlich auf die Organismen, die sie aufnehmen, aus (BARNES et al. 2009, DERRAIK 2002, WRIGHT et al. 2013).

Aber auch im Süßwasser findet sich – je nach Gewässertyp und Umweltbedingungen – unterschiedlich viel und lange, Plastikmüll, wie mehrere Studien in den letzten Jahren zeigten (DRIS et al. 2015, FREE et al. 2014, HOHENBLUM et al. 2015, JAMBECK et al. 2015, LECHNER et al. 2014, MANI et al. 2015). Eine aktuelle Untersuchung des Umweltbundesamtes (UBA, HOHENBLUM et al. 2015) belegt, dass in der fließenden Welle der österreichischen Donau, abhängig von der Wasserführung, beträchtliche Mengen Plastik transportiert werden. Ein Teil der suspendierten Kunststoffteile fällt aufgrund ihres Aussehens und der Partikelgröße zumindest theoretisch auch in das Nahrungsspektrum der heimischen Fische.



Aus diesem Grund wurde das Technische Büro für Gewässerökologie (blattfisch e.U.) von der Abteilung Oberflächengewässerswirtschaft / Gewässerschutz des Amtes der oberösterreichischen Landesregierung mit der Durchführung der vorliegenden Pilotstudie „Mikroplastik in Fischen“ beauftragt.

Im Zuge dieses Projekts wurde die Belastung der heimischen Donaufischfauna durch Plastikpartikel mit einer Größe über 500 µm erhoben, wobei stellvertretend für die mit 55 Spezies sehr artenreiche Fischfauna der oberösterreichischen Donau (BUNDESMINISTERIUM FÜR LAND- UND FORSTWIRTSCHAFT, UMWELT UND WASSERWIRTSCHAFT 2014) ausgewählte Arten verschiedener Ernährungsgilden herangezogen wurden. In drei Untersuchungsstrecken in der oberösterreichischen Donau wurden Elektrobefischungen durchgeführt und Fische entnommen. Der Magen-Darm-Inhalt dieser Individuen wurde anschließend auf das Vorhandensein von Plastikpartikeln untersucht. Zusätzlich wurde exemplarisch die Plastikbelastung in Speisefischen dokumentiert, welche vom Berufsfischer Franz Wiesmayr in der Donau im Großraum Linz gefangen wurden.

Auf Basis der erhobenen Daten wurden folgende Fragestellungen bearbeitet:

- Nehmen die heimischen Donaufische Plastik auf?
- Wenn ja, welche Mengen an Plastik finden sich in den Fischen?
- Gibt es Unterschiede zwischen einzelnen Arten?
- Gibt es Unterschiede zwischen den Untersuchungsstandorten?

In der UBA-Studie (HOHENBLUM et al. 2015) standen die Plastikpartikel mit einer Größe >500 µm im Vordergrund. Um die Vergleichbarkeit der Ergebnisse zu gewährleisten, wurde für die vorliegende Pilotstudie ebenfalls diese Korngröße als Untergrenze der zu untersuchenden Partikel gewählt.



## 2      **METHODIK**

### 2.1      **Recherche**

Die Verschmutzung der Meere durch Plastikmüll ist bereits seit den 1980er Jahren ein viel diskutiertes Thema (DERRAIK 2002, LAIST 1987, MOORE et al. 2001). In marinen Ökosystemen zeigt sich die Verschmutzung am offensichtlichen an den mit Plastik verschmutzte Strände (BROWNE et al. 2011, COOPER & CORCORAN 2010, COSTA et al. 2010, etc.) und durch die großen Plastikansammlungen auf hoher See (BARNES et al. 2009, DERRAIK 2002, GREGORY 2009, MORÉTFERGUSON et al. 2010, MOORE et al. 2001). Abgesehen von der sichtbaren Verschmutzung wirkt sich Plastikmüll aber in vielfältiger Weise negativ auf das gesamte marine Ökosystem aus. Bekannt sind die Bilder von in Plastikmüll verfangen (Abb. 1) und verendeten Meerestieren, oder die mit Plastik gefüllten Mägen von Seevögeln und Fischen (Abb. 2).



Abb. 1      Links: Tote Eiderente (*Somateria mollissima*), die sich in einem Netzrest verfangen hat (Quelle: [www.mellumrat.de](http://www.mellumrat.de)).

Abb. 2      Rechts: Toter Albatros (*Diomedeidae*), mit Plastik im Magen (Quelle: [de.wikipedia.org](http://de.wikipedia.org)).

Neben dieser physikalischen Beeinträchtigung rückt die chemische Belastung (BARNES et al. 2009, DERRAIK 2002, WRIGHT et al. 2013) durch die austretenden, teilweise hoch toxischen Inhaltsstoffe, immer öfter in den Fokus wissenschaftlicher Arbeiten (DERRAIK 2002, ROCHMAN et al. 2013). Beispielsweise lösen die zu den Weichmachern zählenden polychlorierten Biphenyle bei Seevögeln Reproduktionsstörungen aus und können in manchen Fällen auch zum Tod der Tiere führen (DERRAIK 2002). Aber nicht nur die in den Plastikpartikeln enthaltenen chemischen Verbindungen stellen für aquatische Organismen eine Gefahr dar, sondern auch toxische Substanzen, die sich an der Oberfläche der Kunststoffteilchen anhaften. Auf dieses Weise können sich rasch letale Mengen

an chemischen Giftstoffen im Organismus akkumulieren (DERRAIK 2002, HOHENBLUM et al. 2015, ROCHMAN et al. 2013, WAGNER et al. 2014, WRIGHT et al. 2013).

Auch die Quellen der Kunststoffbelastung und die Eintragspfade der Partikel rücken immer öfter ins Blickfeld der Wissenschaft. Viele Studien der letzten Jahre beschäftigten sich mit der Frage, woher der Plastikmüll stammt und wie der Transport in die Meere von statten geht (DERRAIK 2002, DRIS et al. 2015 HOHENBLUM et al. 2015, MOORE et al. 2011, MANI et al. 2015). JAMBECK et al. (2015) gehen davon aus, dass bis zu 80% der Plastikbelastung im Meer von den einmündenden Flüssen herrühren. Die großen Fließgewässer akkumulieren auf ihrem Weg zum Meer große Mengen an Kunststoffmaterial, welches vor allem durch die großen Ballungsräume und Industriestandorte anfällt (MANI et al. 2015) und auf verschiedenen Wegen, als Folge mangelhafter oder schlichtweg nicht vorhandener Abfallwirtschaft, in die Gewässer gelangen (HOHENBLUM et al. 2015). MOORE et al. (2011) beschreiben in ihrer Studie die Plastikfracht des Los Angeles Rivers und des San Gabriel Rivers. Sie errechneten, dass innerhalb von drei Tagen eine Gesamtplastikfracht von bis zu 30 Tonnen durch beide Flüsse in die Bucht von Los Angeles geschwemmt wird.

Auf nationaler Ebene wurden in den letzten beiden Jahren erste Bemühungen unternommen, die Plastikfracht in der Donau zu quantifizieren (HOHENBLUM et al. 2015, LECHNER et al. 2014). LECHNER et al. (2014) haben erstmals die Plastikbelastung in der österreichischen Donau untersucht und ihrer Hochrechnung zufolge beträgt die mittlere Menge an Plastik in der Donau östlich von Wien circa 338 kg. Die mediale Resonanz, die durch diese Studie ausgelöst wurde (Quelle: ORF Online Artikel vom 06. März 2014, der Standard Online Artikel vom 12. März 2015, WETZ 2015, etc.) führte dazu, dass das UBA mit der Validierung dieser Ergebnisse und der Klassifizierung der Plastikfracht beauftragt wurde (HOHENBLUM et al. 2015).

Im Zuge der UBA-Studie wurden an zwei Untersuchungsstellen entlang der Donau Proben bei unterschiedlichen Abflussbedingungen genommen. Sowohl in Aschach an der Donau in Oberösterreich als auch im niederösterreichischen Hainburg an der Donau wurden mit Driftnetzen, in unterschiedlichen Wassertiefen und über den gesamten Querschnitt der Donau verteilt, Messungen durchgeführt. Als Klassifizierungsschema für Plastikpartikel wurde jenes von FREE et al. (2014) angewendet. Dieses umfasst die Kategorien „Bruchstück“, „Film/Folie“, „Faser“, „Schaumstoff“ und „Pellet“. Bei den „Bruchstücken“ spricht man auch von sekundärem Mikroplastik, welches durch das Auseinanderbrechen größerer, eher dickwandiger Plastikprodukte, wie Flaschen und Behälter entsteht, während die Kategorie „Film/Folie“ dünne und leichte Kunststoffe, wie Plastiksäcke oder Verpackungsfolie umfasst. Unter die Klasse „Fasern“ fallen dünne faserartige Fragmente, welche vor allem von Textilien oder auch von Angelschnüren stammen. Bei „Schaumstoffen“ spricht man vor allem von leichten, schwammartigen Partikeln, beispielsweise Styropor. Die Kategorie „Pellet“ umfasst zylindrische Kunststoffteilchen in unterschiedlichen Farben



und Größen, welche im industriellen Maßstab aus Abfallplastik erzeugt und als Ausgangsmaterial für die Herstellung von neuen Kunststoffprodukten verwendet werden.

Die Ergebnisse der UBA-Studie belegen, dass Plastik in der fließenden Welle der Donau allgegenwärtig ist, die Menge an transportierten Partikeln aber vom Durchfluss abhängig ist und mit steigendem Abfluss die Plastikfracht zunimmt (HOHENBLUM et al. 2015).

Im Zuge dieser Untersuchung wurde der Magen-Darminhalt von 30 Fischen auf das Vorhandensein von Plastikpartikeln untersucht, wobei in den analysierten Barben (*Barbus barbus*) und Aiteln (*Squalius cephalus*) kein Plastik nachgewiesen wurde (HOHENBLUM et al. 2015).

## **2.2 Freiland**

### **2.2.1 Auswahl der Zielfischarten**

Für die vorliegende Pilotstudie wurden die Fischarten Aitel (Abb. 3), Laube (*Alburnus alburnus*, Abb. 4) und die neozoen Grundelarten Kesslergrundel (*Ponticola kessleri*, Abb. 5), Nackthalsgrundel (*Babka gymnothracelus*, Abb. 6), Marmorgrundel (*Proterorhinus semilunaris*, Abb. 7) und Schwarzmundgrundel (*Neogobius melanostomus*, Abb. 8) als Zielorganismen ausgewählt. Alternativ zum Aitel wurden auch Rotaugen (*Rutilus rutilus*, Abb. 9) untersucht.



Abb. 3 Links: Aitel (*Squalius cephalus*).

Abb. 4 Rechts: Laube (*Alburnus alburnus*).



Abb. 5 Links: Kesslergrundel (*Ponticola kessleri*).

Abb. 6 Rechts: Nackthalsgrundel (*Babka gymnotrachelus*).



Abb. 7 Links: Marmorgrundel (*Proterorhinus semilunaris*).

Abb. 8 Rechts: Schwarzmundgrundel (*Neogobius melanostomus*).



Abb. 9 Rotaugen (*Rutilus rutilus*).

Mithilfe dieser Fischarten sollte die Plastikbelastung anhand verschiedener Ernährungsgilden und am Beispiel unterschiedlicher Lebensraumanforderungen der Zielfischarten dargestellt werden.

Die Fischart Aitel zählt zu den indifferenten Fischarten (ZAUNER & EBERSTALLER 1999), welche in vielen Habitaten und unter verschiedenen Strömungsbedingungen vorkommen. Durch die omnivore Ernährungsweise zählen sowohl Benthosorganismen, als auch Pflanzenmaterial und Fische zur Nahrung der Aitel (KOTTELAT & FREYHOF 2007). Die Nahrungspartikel werden aus der gesamten Wassersäule aufgenommen, weshalb auch davon ausgegangen werden kann, dass Plastikpartikel vom Gewässergrund, als auch aus der fließenden Welle und von der Gewässeroberfläche gefressen werden können. Neben dem Aitel als indifferente omnivore Fischart wurde die Fischart Rotauge mitberücksichtigt, da die Anzahl der gefangenen Aitel zu gering war.

Die Fischart Laube ist hauptsächlich im Freiwasser anzutreffen und ernährt sich vorwiegend planktiv und insektiv, wobei Planktonorganismen aktiv aus dem Wasser gefiltert und Insekten aus dem Oberflächenfilm, beziehungsweise der Wassersäule aufgenommen werden (KOTTELAT & FREYHOF 2007). Es ist daher anzunehmen, dass Lauben aufgrund ihrer Ernährungsweise sowohl suspendierte, als auch auf der Oberfläche treibende Plastikpartikel fressen.

Die fast durchgängige Ufersicherung der Donau mittels Blockwurf begünstigt das Vorkommen der neozoen Grundeln (HAUER 2007, KOTTELAT & FREYHOF 2007). Speziell die Schwarzmundgrundel ist in der Donau ein Massenfisch, weshalb sie als Zielorganismus in Frage kommt. Durch die benthische Lebensweise und omnivore Ernährung der neozoen Grundeln – hauptsächlich werden Benthosorganismen wie Schnecken, Muscheln, Kleinkrebse und Insektenlarven, aber auch kleine Fische gefressen (KOTTELAT & FREYHOF 2007) – kann davon ausgegangen werden, dass auch sedimentierte Plastikpartikel aufgenommen werden.

Neben den Zielfischen Aitel, Laube, neozoe Grundeln und Rotauge wurden auch exemplarisch Speisefische untersucht, die vom Berufsfischer Franz Wiesmayr gefangen wurden. Dankenswerterweise überließ er uns kostenlos die Magen-Darmtrakte der von ihm gefangenen Fische.

### **2.2.2 Auswahl der Untersuchungsstrecken**

Die Elektrofischungen wurden in den Donauabschnitten Aschach an der Donau, Linz und Grein an der Donau durchgeführt. Durch die Wahl der Untersuchungsstandorte sollte die Plastikbelastung bei Eintritt auf oberösterreichisches Landesgebiet, beim Übergang ins Bundesland Niederösterreich und im Hauptsiedlungs- und Industriegebiet anhand der Zielfischarten dokumentiert werden.



Die am weitesten flussauf gelegene Untersuchungsstrecke ist jene im Großraum Aschach an der Donau. Sie reicht vom Stromkilometer 2.161,2, der oberstromigen Reviergrenze des Landshaager Koppelfischereirechts am orografisch linken Donauufer, bis zum Stromkilometer 2.153,0, der flussabwärtigen Reviergrenze der Fischerinnung Eferding, am orografisch rechten Ufer (Abb. 10).

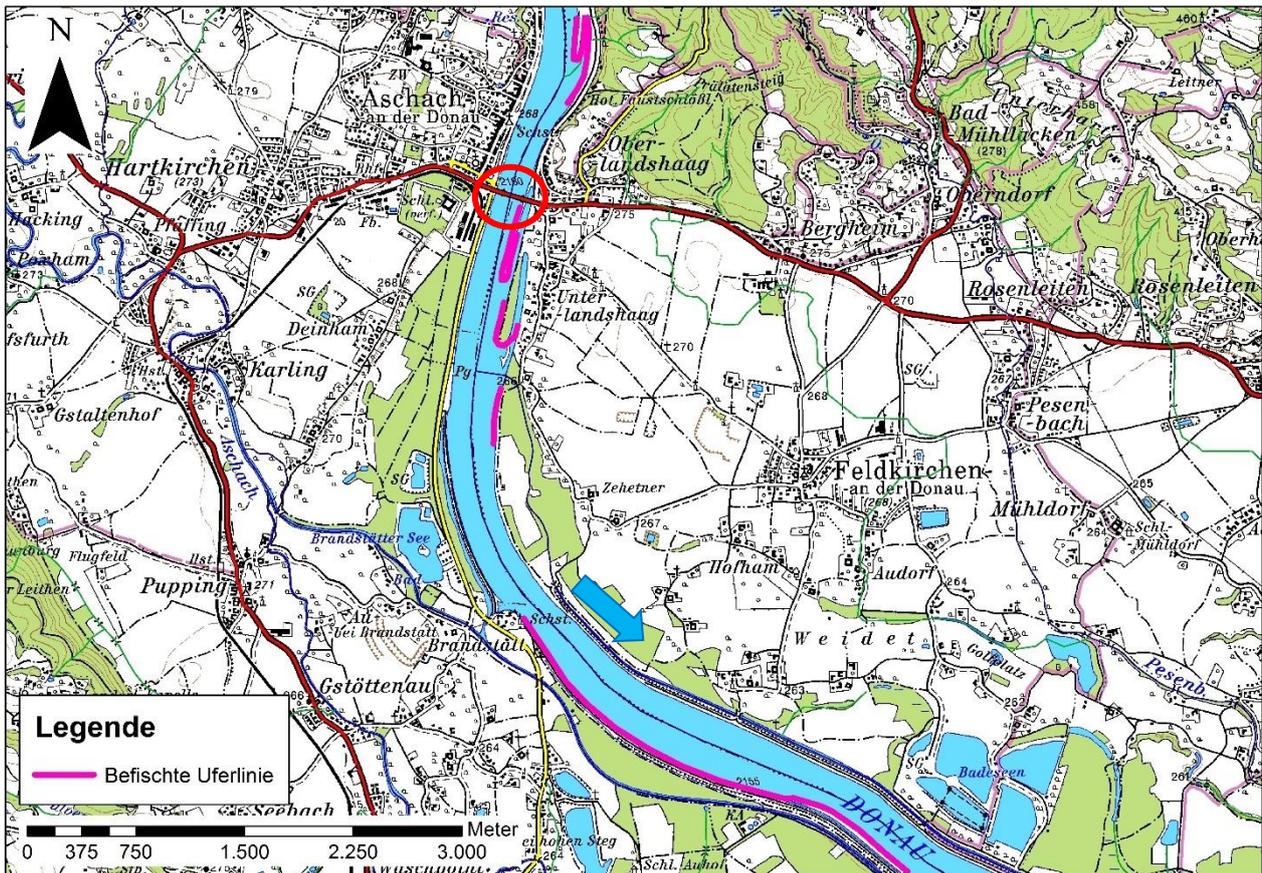


Abb. 10 Untersuchungsstrecke im Bereich von Aschach an der Donau. Die farbigen Striche stellen die befischte Uferlinie dar, der blaue Pfeil symbolisiert die Fließrichtung und das rote Oval die Messstelle des Umweltbundesamtes (HOHENBLUM et al. 2015).

Im Bereich der Donaubrücke wurden im Dezember 2014 und im Jänner und Februar 2015 die Probenahmen des UBA durchgeführt. Die hier erfasste Plastikfracht entspricht im Groben der Belastung der Donau, welche beim Eintritt auf österreichisches Staatsgebiet vorliegt (HOHENBLUM et al. 2015).

Die Elektrobefischung für die vorliegende Studie wurde in diesem Donauabschnitt am 17. September 2015 sowohl links- als auch rechtsufrig durchgeführt. Die Länge der befischten Ufer beträgt 5.067 m, was bei einer Wirkungsbreite der Elektrobefischung von 4 m einer befischten Fläche von 20.271 m<sup>2</sup> entspricht.

Die Untersuchungsstrecke im Großraum Linz reicht von der Reviergrenze des Fischereirechts Lustenau I, am orografisch rechten Ufer bei Stromkilometer 2.129,6 bis zur flussabwärtigen Reviergrenze des Zizlauerrechtes II, bei Stromkilometer 2.123,0 (Abb. 11). In diesem Abschnitt soll die Plastikbelastung der Zielfische durch den Ballungs- und Industriestandort Linz untersucht werden.

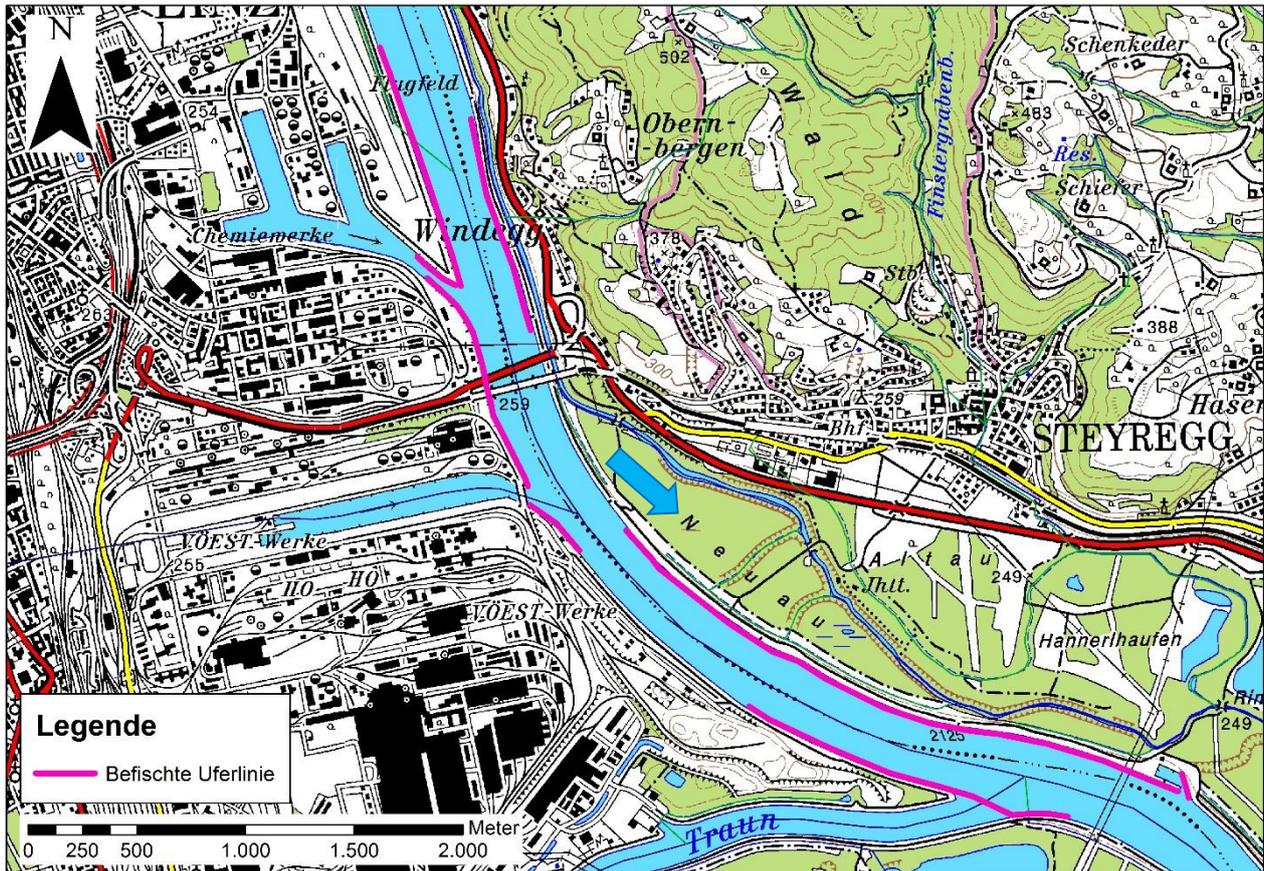


Abb. 11 Untersuchungsstrecke im Bereich Linz. Die farbigen Striche stellen die befischte Uferlinie dar und der blaue Pfeil symbolisiert die Fließrichtung.

Die Elektrobefischungen fanden am 27. August 2015, sowohl am rechten als auch am linken Ufer statt. Die befischte Uferzone war 9.615 m lang, was einer befischten Fläche von 38.459 m<sup>2</sup> entspricht.

Die am weitesten flussab gelegene Untersuchungsstrecke befindet sich im Donauabschnitt bei Grein an der Donau. Hier sollte die kumulative Plastikbelastung aus dem gesamten oberösterreichische Donaueinzugsgebiet anhand der Zielfische untersucht werden.

Der befischte Abschnitt reicht von der oberstromigen Reviergrenze des Saxener Fischereirechts bei Stromkilometer 2.085,2 bis zum Stromkilometer 2.079,3, welcher im Fischereirecht der Agrargemeinschaft Grein liegt (Abb. 12).

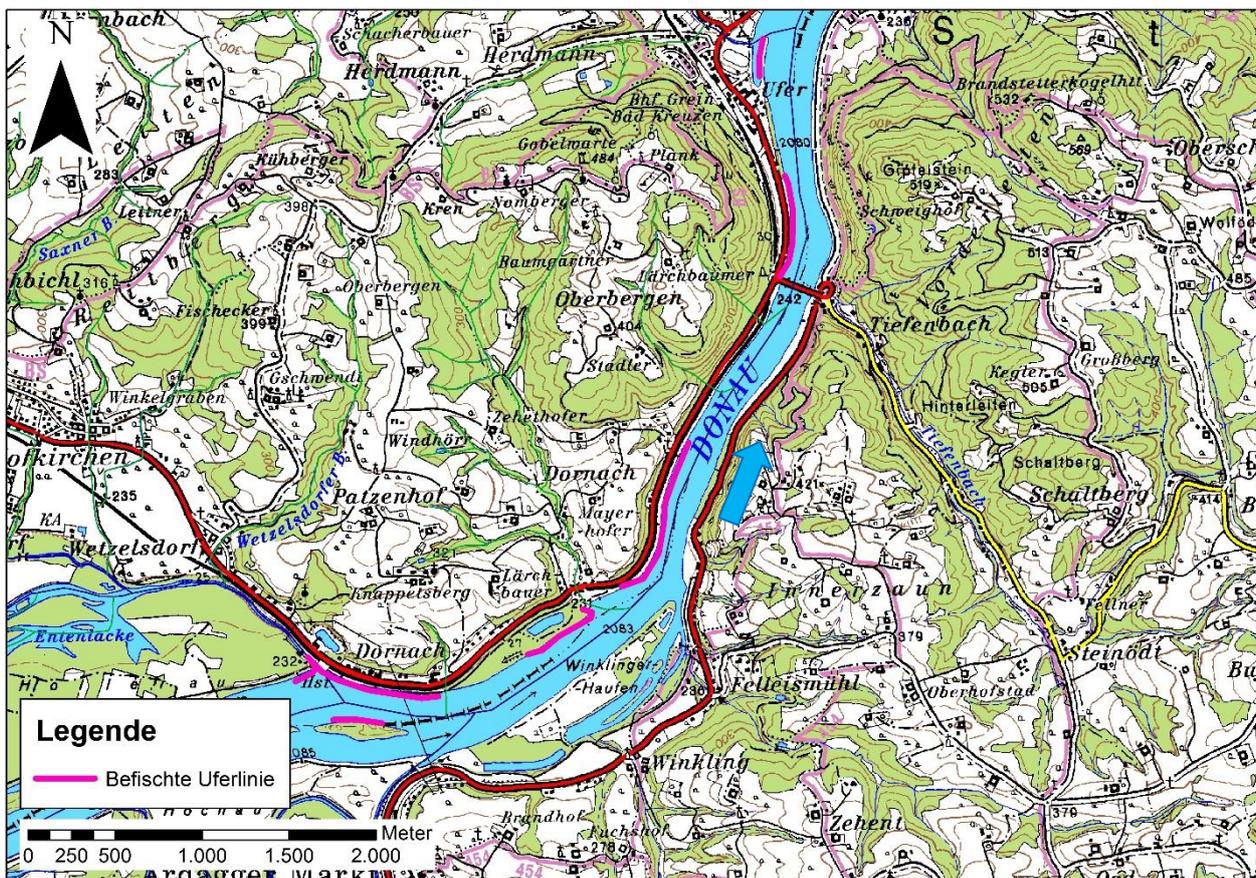


Abb. 12 Untersuchungsstrecke im Bereich von Grein an der Donau. Die farbigen Striche stellen die befischte Uferlinie dar und der blaue Pfeil symbolisiert die Fließrichtung.

Die Probenahme fand am 18. August 2015 statt. Es wurde fast ausschließlich das orografisch linke Ufer befischt, da sich das rechte Ufer auf niederösterreichischem Landesgebiet befindet. Ein kleiner Uferabschnitt der Inselgruppe bei Ardagger, der so genannten Hochau, liegt noch auf oberösterreichischer Seite und wurde im Zuge der Elektrobefischungen mitberücksichtigt. Die befischte Uferzone war 3.630 m lang und entspricht daher einer befischten Wasserfläche von 14.519 m<sup>2</sup>.

### 2.2.3 Probenahme

Die Zielfische wurden im Zuge von Elektrobefischungen gefangen, wobei der Fokus der Befischungen auf der unmittelbaren Uferzone und Strukturelementen wie Totholzansammlungen,



Buchten und Bacheinmündungen lag. In diesen Bereichen ist die Fangwahrscheinlichkeiten für Aitel, Rotaugen und Laube am höchsten. Die neozoen Grundeln wurden hauptsächlich entlang der Blockwurfhabitate gefangen.

Die Probenahme wurde mit einem speziell ausgerüsteten Fangboot durchgeführt (Abb. 13). Zur Stromerzeugung kam ein Gleichstromaggregat vom Typ EL65II mit 13 kW Leistung der Firma Hans Grassl zum Einsatz. Prinzipiell wird als Fangpol ein 3 m breiter Anodenrechen (Pluspol) eingesetzt, der am Bug des Bootes an Auslegern befestigt ist und mit dem der unmittelbare Uferbereich befischt wird. Die Befischung erfolgt mit der Fließrichtung, wobei die Geschwindigkeit des Bootes der Fließgeschwindigkeit entsprechen soll, damit betäubte Fische nicht unter das Boot, beziehungsweise aus dem Fangbereich treiben. Um Strukturelemente und kleinräumige Habitate gezielt absuchen zu können, wird eine 2,5 m lange Handanode mit bespanntem Edelstahlanodenring verwendet. Mit der Handanode erfolgt die Befischung entgegen der Fließrichtung, wobei das Boot langsam entlang des Ufers flussauf fährt.

Als Katode (Minuspol) werden in beiden Fällen Stahlseilspinnen verwendet, die bootsmittig im Wasser mitgeführt werden.



Abb. 13 *Verwendetes Fangboot: Am Bug ist der Anodenrechen an zwei Auslegern befestigt und bootsmittig werden Stahlseilspinnen als Katoden mitgeführt.*

Die Fische werden bei der Elektrobefischung im Wirkungsbereich des Fangpols (Anode) angezogen (Galvanotaxis) und im Nahbereich der Anode narkotisiert (Galvanonarkose). Als Wirkungsbreite

werden 4 m angenommen. Die betäubten Fische werden unverzüglich aus dem Wasser gekeschert und in einer Wanne mit ausreichend Frischwasserversorgung bis zur Protokollierung des Fangs zwischengehältet.

Alle gefangenen Individuen wurden auf Artniveau bestimmt, deren Totallänge ermittelt und ein repräsentativer Anteil wurde gewogen. Die Zielfische wurden zuerst betäubt und anschließend getötet. Die Lagerung während der Befischung erfolgte in einer mit Eis gefüllten Thermobox und anschließend wurden die entnommenen Exemplare tiefgefroren. Alle anderen Fische wurden wieder in ihre angestammten Habitate zurückgesetzt.

### **2.3 Probenaufarbeitung im Labor**

Die Probenaufarbeitung im Labor erfolgte in mehreren Schritten. Die tiefgefrorenen Fische wurden circa eine Stunde vor Beginn der Laborarbeit in kaltem Wasser aufgetaut. Jedem Individuum wurde ein fortlaufender Code gegeben, um die eindeutige Identifizierbarkeit zu wahren. Anschließend wurde die Totallänge auf Millimeter genau gemessen und das Gewicht bestimmt. Darüber hinaus wurde jeder Fisch fotografiert.

Die Sektion der Fische erfolgte mittels Schere und Skalpell, wobei der Bauchraum, beginnend von der Analöffnung, bis zur Kehle des Fisches geöffnet wurde. Der Verdauungstrakt wurde aus dem Fisch herausgelöst, wobei der anteriore Übergang zum Schlund mittels Skalpell abgetrennt wurde. Anschließend wurden die Darmwindungen gestreckt und der Inhalt durch sanftes Entlangstreifen in eine Petrischale überführt. Die vollständige Entleerung wurde visuell kontrolliert und gegebenenfalls wurde das Procedere wiederholt, bis der Magen-Darmtrakt vollkommen leer war. Der Nahrungsbrei wurde durch ein Sieb mit 500 µm Maschenweite gewaschen und alle Partikel >500 µm anschließend wieder in eine Petrischale überführt. Diese wurde über einem Millimeterpapier fotografiert, um die Nahrungspartikel im Vergleich zu den Plastikpartikeln darzustellen. Der gesiebte Mageninhalt wurde unter dem Binokular auf das Vorhandensein von Plastikteilen untersucht.

Die gefundene Plastikpartikel wurden anhand des vom UBA verwendeten Klassifizierungsschemas (FREE et al. 2014, HOHENBLUM et al. 2015) eingeteilt, fotografiert und mit dem dazu gehörigen Fisch archiviert. Der Fischkörper und der Magen-Darmtrakt wurden tiefgefroren und für mögliche weitere Untersuchungen aufbewahrt.



### **3 ERGEBNISSE**

#### **3.1 Großraum Aschach**

##### **3.1.1 Fangergebnis**

Im Zuge der Elektrofischungen im Donauabschnitt bei Aschach wurden 414 Fische aus 20 Fischarten gefangen, die sechs verschiedenen Familien zuzuordnen sind. Die häufigste Fischart war die Laube, mit 132 Individuen, gefolgt von der neozoen Schwarzmundgrundel und vom Aitel (Tab. 1).

Das Größenspektrum der gefangenen Fische reichte von 12 mm bis 750 mm, wobei der Großteil der Fische zwischen 100 mm und 200 mm lang war. Der größte Fisch war ein Karpfen (*Cyprinus carpio*), mit einer Totallänge von 750 mm (Abb. 14).

Tab. 1 Fangergebnis der Befischung im Großraum Aschach an der Donau und Kennwerte der Fischlänge (Mittelwert der Totallänge, Minimum- und Maximumlänge) pro Fischart.

Familie	Wissenschaftlicher Name	Deutscher Name	Fangergebnis	Kennwerte Fischlängen [mm]			
				Mittelwert	Minimum	Maximum	
Anguillidae	<i>Anguilla anguilla</i>	Aal	2	---	450,0	600,0	
Cyprinidae	<i>Squalius cephalus</i>	Aitel	61	166,8	93,0	323,0	
	<i>Rutilus virgo</i>	Frauennerfling	2	---	145,0	155,0	
	<i>Carassius gibelio</i>	Giebel	2	---	250,0	250,0	
	<i>Leuciscus leuciscus</i>	Hasel	5	109,0	85,0	140,0	
	<i>Cyprinus carpio</i>	Karpfen	1	---	---	750,0	
	<i>Alburnus alburnus</i>	Laube	132	127,7	12,0	167,0	
	<i>Chondrostoma nasus</i>	Nase	9	188,9	75,0	247,0	
	<i>Leuciscus idus</i>	Nerfling	21	167,9	87,0	335,0	
	<i>Rutilus rutilus</i>	Rotaugen	40	158,0	62,0	273,0	
	<i>Scardinius erythrophthalmus</i>	Rotfeder	2	---	---	155,0	
	<i>Aspius aspius</i>	Schied	11	98,4	80,0	168,0	
	Esocidae	<i>Esox lucius</i>	Hecht	4	380,3	261,0	500,0
	Gobiidae	<i>Ponticola kessleri</i>	Kesslergrundel	13	104,6	55,0	143,0
		<i>Babka gymnothracelus</i>	Nackthalsgrundel	4	101,8	76,0	118,0
<i>Neogobius melanostomus</i>		Schwarzmundgrundel	84	83,9	21,0	135,0	
Percidae	<i>Perca fluviatilis</i>	Flussbarsch	14	156,9	74,0	267,0	
	<i>Gymnocephalus schraetser</i>	Schrätzer	1	---	---	70,0	
	<i>Sander lucioperca</i>	Zander	4	92,5	83,0	100,0	
Petromyzontidae	<i>Eudontomyzon mariae</i>	Ukrainisches Bachneunauge	2	---	63,0	180,0	
<b>Gesamt</b>	<b>20 Fischarten</b>		<b>414 Fische</b>				





Abb. 14 Karpfen (*Cyprinus carpio*) aus der Donau im Großraum Aschach an der Donau.

In diesem Donauabschnitt wurden auch vier Fischarten nachgewiesen, die im Anhang II, beziehungsweise im Anhang II und V der Flora-Fauna-Habitat-Richtlinie (FFH) aufgelistet sind und demnach einem besonderen Schutzstatus unterliegen (RAT DER EUROPÄISCHEN GEMEINSCHAFTEN 1992).

Das Ukrainische Bachneunauge (*Eudontomyzon mariae*, Abb. 15) ist im Anhang II der FFH-Richtlinie genannt, während Schied (*Aspius aspius*, Abb. 16), Frauenerfling (*Rutilus virgo*, Abb. 17) und Schrätzer (*Gymnocephalus schraetser*, Abb. 18) im Anhang II und V genannt sind.

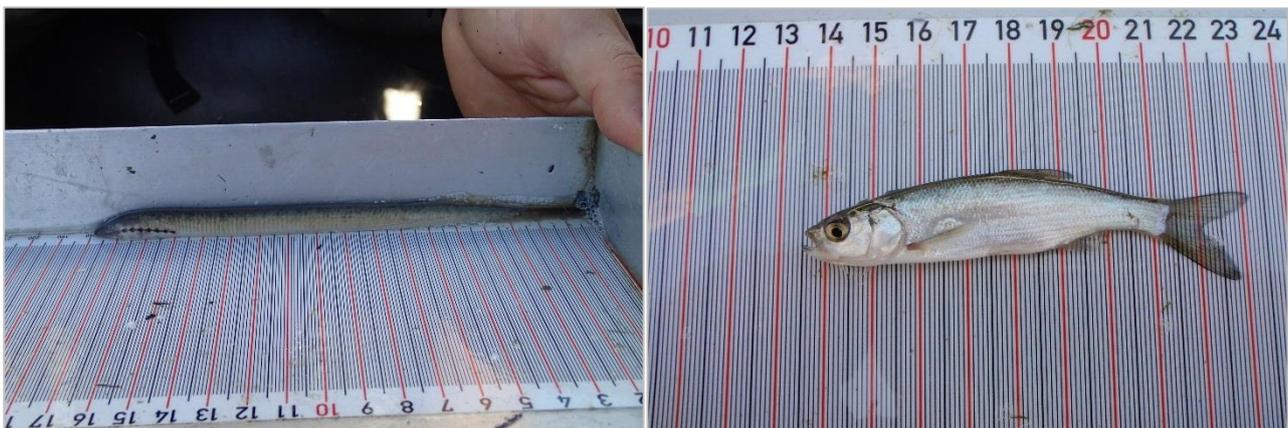


Abb. 15 Links: Ukrainisches Bachneunauge (*Eudontomyzon mariae*). Das abgebildete Individuum befand sich zum Zeitpunkt des Fanges in der Metamorphose vom Querder, dem Larvenstadium der Neunaugen, zum Adulttier.

Abb. 16 Rechts: Juveniler Schied (*Aspius aspius*).



Abb. 17 Links: Juveniler Frauenerfling (*Rutilus virgo*).

Abb. 18 Rechts: Juveniler Schrätzer (*Gymnocephalus schraetser*).

### **3.1.2 Ergebnis der Laborarbeiten**

Insgesamt wurden 272 Exemplare der Zielfischen Aitel, Rotaugen, Laube und der neozoen Grundeln Kessler-, Nackthals- und Schwarzmundgrundel im Labor untersucht. In Tab. 2 sind die jeweiligen Individuenzahlen pro Art dargestellt.

Tab. 2 Untersuchte Fischarten und deren Individuenzahl.

Wissenschaftlicher Name	Deutscher Name	Fische
<i>Squalius cephalus</i>	Aitel	63
<i>Ponticola kessleri</i>	Kesslergrundel	11
<i>Alburnus alburnus</i>	Laube	88
<i>Babka gymnotrachelus</i>	Nackthalsgrundel	3
<i>Rutilus rutilus</i>	Rotaugen	30
<i>Neogobius melanostomus</i>	Schwarzmundgrundel	77
<b>Gesamt</b>	<b>6 Fischarten</b>	<b>272 Fische</b>

Aus der Gruppe der indifferenten Omnivoren wurden 63 Aitel und 30 Rotaugen untersucht. Die Aitel waren zwischen 69 mm und 314 mm lang, wobei der Großteil der Fische Totallängen zwischen 120 mm und 200 mm aufwies. Die 30 Rotaugen nahmen ein Längenspektrum zwischen 61 mm und 260 mm ein, wobei hauptsächlich juvenile Fische der Längensklassen 60 - 120 mm untersucht wurden (Abb. 19).

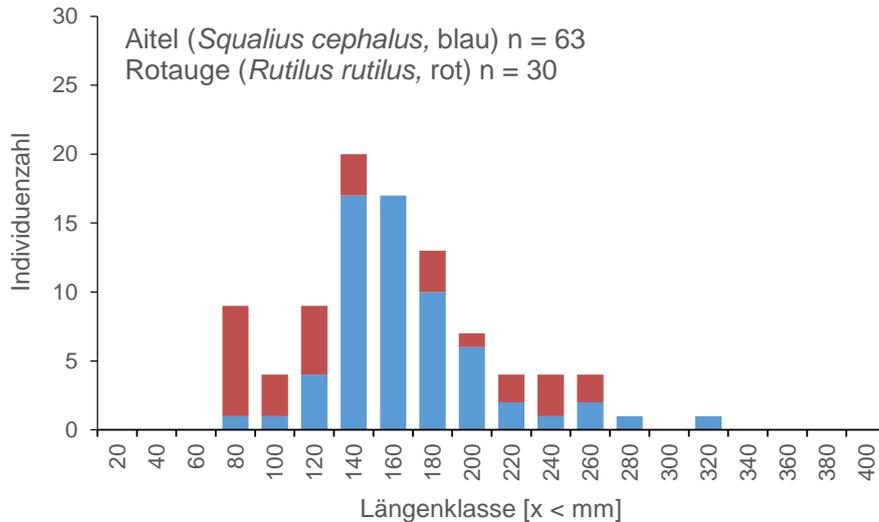


Abb. 19 Längenklassenverteilung der indifferenten Fischarten Aitel (*Squalius cephalus*, blaue Balken) und Rotaugen (*Rutilus rutilus*, rote Balken),  $n_{ges} = 93$ .

Die 88 analysierten Lauben waren zwischen 88 mm und 157 mm lang. Der Großteil der Fische zählte zur Längenklasse 120 mm bis 140 mm (Abb. 20).

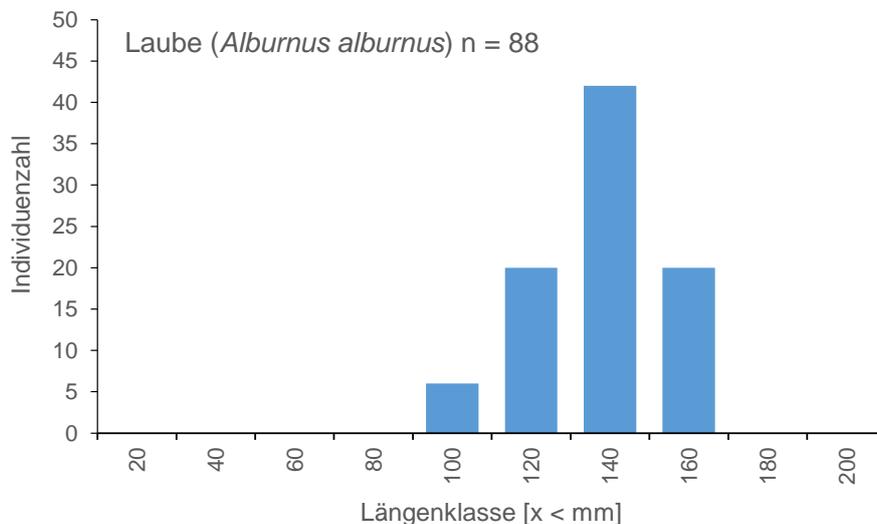


Abb. 20 Längenklassenverteilung der Freiwasserfischart Laube (*Alburnus alburnus*).

Insgesamt wurden 91 neozoe Grundeln untersucht, die sich aus elf Kesslergrundeln, mit Totallängen zwischen 55 mm und 136 mm, drei Nackthalsgrundeln mit 97 mm, 105 mm und 110 mm Länge und 77 Schwarzmundgrundeln mit einem Größenspektrum zwischen 59 mm und 130 mm zusammensetzten (Abb. 21).



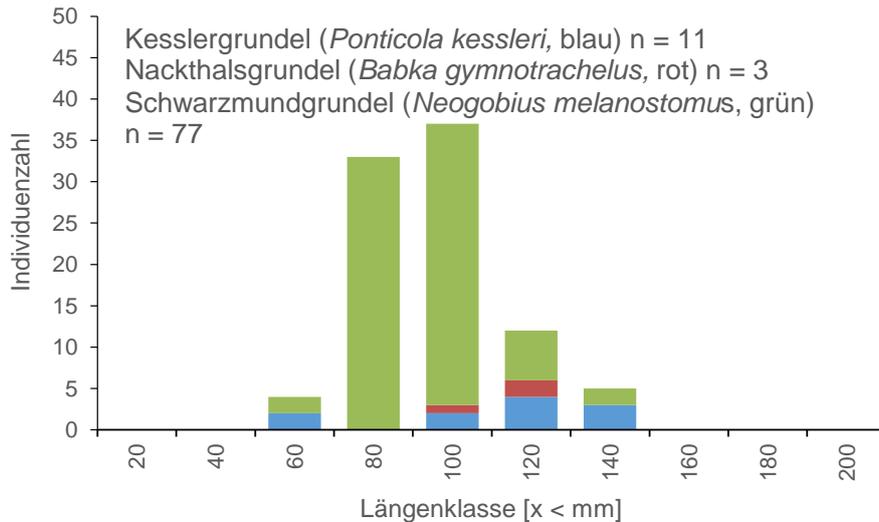


Abb. 21 Längenklassenverteilung der neozoen Kesslergrundel (*Ponticola kessleri*, blaue Balken), Nackthalsgrundel (*Babka gymnotrachelus*, rote Balken) und Schwarzmundgrundel (*Neogobius melanostomus*, grüne Balken),  $n_{\text{ges}} = 91$ .

**Trotz der umfangreichen Stichprobenanzahl wurden keine Plastikpartikel in den Magen-Darmtrakten der Zielfische nachgewiesen.**

Die Nahrungsanalyse der gefangenen Aitel und Rotaugen zeigte, dass beide Fischarten hauptsächlich Algen und Makrozoobenthos-Organismen gefressen haben, wobei der Anteil an pflanzlichem Material bei beiden Fischarten dominierte (Abb. 22, Abb. 23).

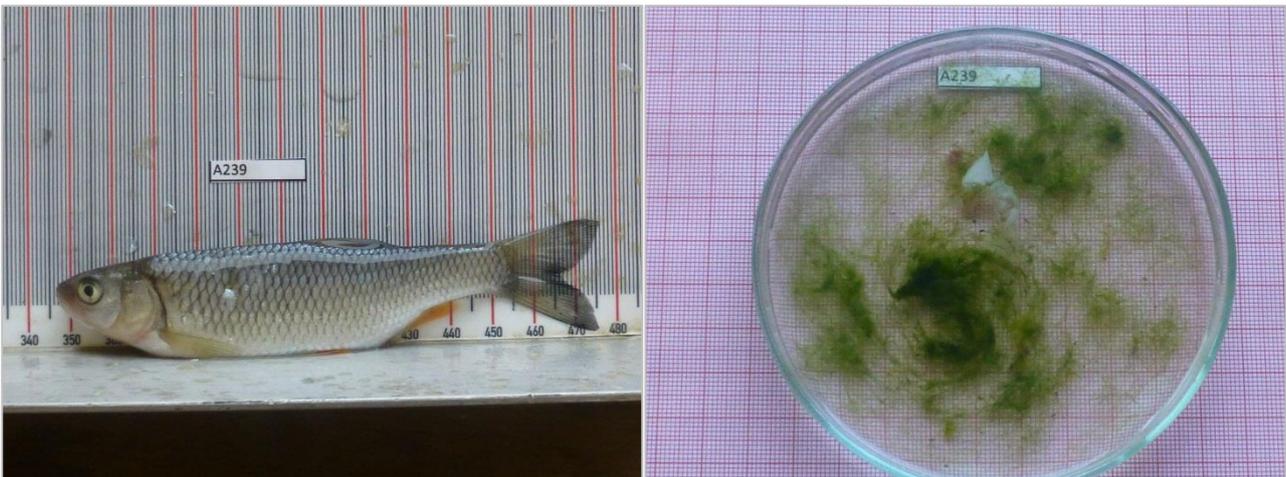


Abb. 22 Links: Aitel (*Squalius cephalus*) aus der Donau bei Aschach an der Donau, mit der Fischnummer A239.

Abb. 23 Rechts: Magen-Darminhalt des Aitels mit der Fischnummer A239.

Vereinzelt wurden in den analysierten Verdauungstrakten der Aitel auch Fischreste nachgewiesen, wie beim Aitel mit der Nummer A118 (Abb. 24), welches mit großer Wahrscheinlichkeit eine Grundel gefressen hatte (Abb. 25).



Abb. 24 Links: Aitel aus der Donau bei Aschach an der Donau, mit der Fischnummer A118.

Abb. 25 Rechts: Magen-Darminhalt des Aitels mit der Fischnummer A118. Die Überreste der Grundel sind in der Bildmitte zu sehen.

In den Verdauungstrakten der Lauben wurden ebenfalls hauptsächlich Makrozoobenthos-Organismen und Algen nachgewiesen (Abb. 26, Abb. 27), wobei der Anteil beider Nahrungs-Gruppen ausgeglichener war, als bei Aitel und Rotauge.

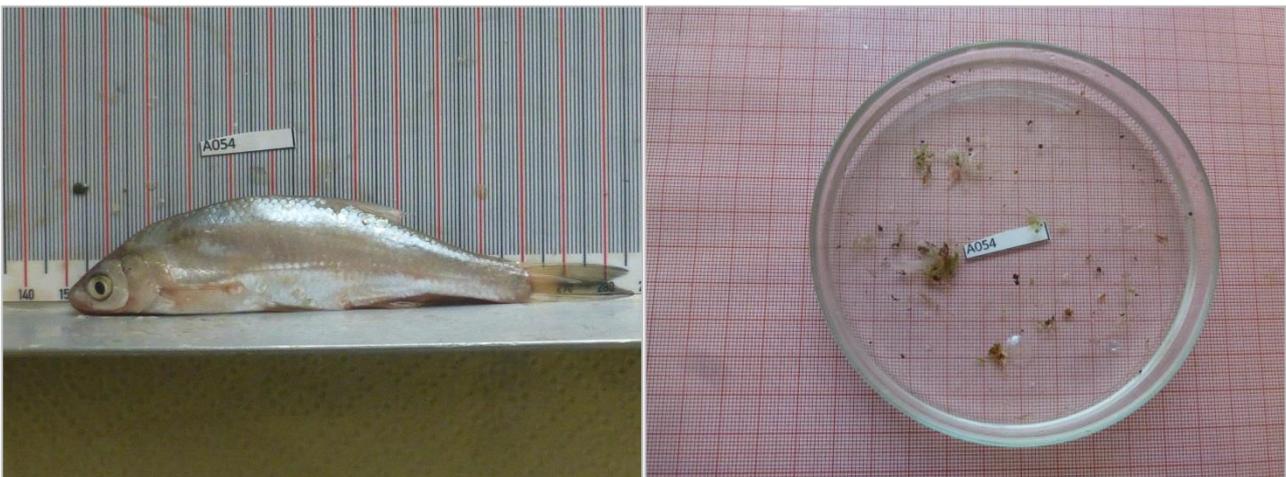


Abb. 26 Links: Laube aus der Donau bei Aschach an der Donau, mit der Fischnummer A054.

Abb. 27 Rechts: Magen-Darminhalt der Laube mit der Fischnummer A054.

Der Magen-Darminhalt der neozoen Grundeln setzte sich hauptsächlich aus Makrozoobenthos-Organismen wie Kleinkrebsen, Schnecken, Muscheln und einem geringen Anteil an pflanzlichen Bestandteilen zusammen (Abb. 28, Abb. 29). In den Verdauungstrakten der Kesslergrundeln wurden auch vereinzelt Teile von Fischen gefunden (Abb. 30, Abb. 31).

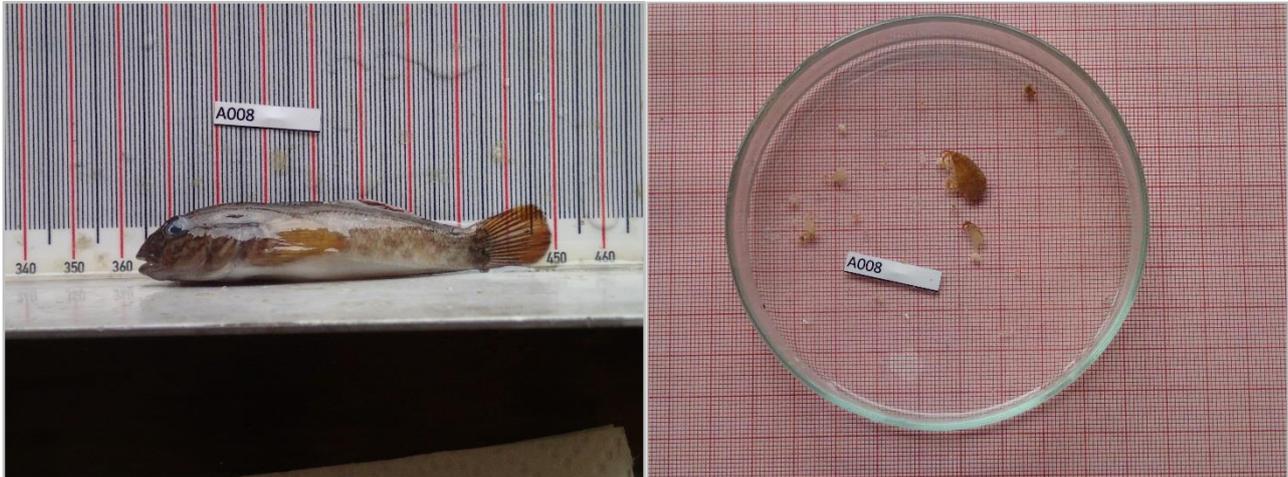


Abb. 28 Links: Schwarzmundgrundel (*Neogobius melanostomus*) aus der Donau bei Aschach an der Donau, mit der Fischnummer A008.

Abb. 29 Rechts: Magen-Darminhalt der Schwarzmundgrundel mit der Fischnummer A008. In der Bildmitte sind Flohkrebse (*Gammaridae*) zu sehen.



Abb. 30 Links: Kesslergrundel (*Ponticola kessleri*) aus der Donau bei Aschach an der Donau, mit der Fischnummer A099.

Abb. 31 Rechts: Magen-Darminhalt der Kesslergrundel mit der Fischnummer A099. In der Bildmitte ist der Kopf einer gefressenen Grundel zu erkennen.

## **3.2 Großraum Linz**

### **3.2.1 Fangergebnis**

In der Donau im Großraum Linz wurden 507 Fische aus 20 Fischarten gefangen, die sechs Familien zuzuordnen sind. Die häufigste Fischart war die Laube, mit 250 gefangenen Individuen, gefolgt von der Schwarzmundgrundel und dem Rotaugen (Tab. 3).

Das Größenspektrum der gefangenen Fische reicht von 38 mm bis 1.100 mm, wobei der Großteil der Fische zwischen 40 mm und 160 mm lang war. Der größte Fisch war ein Wels (*Silurus glanis*), der im Bereich einer kleinen Bucht gefangen wurde (Abb. 32, Abb. 33).



Abb. 32 Links: Wels (*Silurus glanis*) aus der Donau im Großraum Linz, mit einer Totallänge von 1.100 mm.

Abb. 33 Rechts: Buchtstruktur im Donauabschnitt im Großraum Linz

Tab. 3 Fangergebnis der Befischung im Großraum Linz und Kennwerte der Fischlänge (Mittelwert der Totallänge, Minimum- und Maximumlänge) pro Fischart.

Familie	Wissenschaftlicher Name	Deutscher Name	Fangergebnis	Kennwerte Fischlängen [mm]		
				Mittelwert	Minimum	Maximum
Cyprinidae	<i>Squalius cephalus</i>	Aitel	18	154,7	120,0	230,0
	<i>Ctenopharyngodon idella</i>	Amur	1	---	---	850,0
	<i>Abramis brama</i>	Brachse	3	172,0	172,0	172,0
	<i>Rutilus virgo</i>	Frauennerfling	1	---	---	130,0
	<i>Cyprinus carpio</i>	Karpfen	3	693,3	650,0	750,0
	<i>Alburnus alburnus</i>	Laube	250	119,9	38,0	200,0
	<i>Chondrostoma nasus</i>	Nase	6	166,3	51,0	233,0
	<i>Leuciscus idus</i>	Nerfling	14	85,5	74,0	150,0
	<i>Rutilus meidingeri</i>	Perlfisch	1	---	---	100,0
	<i>Rutilus rutilus</i>	Rotauge	30	95,5	40,0	160,0
	<i>Scardinius erythrophthalmus</i>	Rotfeder	3	106,0	83,0	127,0
	<i>Aspius aspius</i>	Schied	6	271,8	75,0	505,0
	<i>Alburnoides bipunctatus</i>	Schneider	2	---	50,0	58,0
	Esocidae	<i>Esox lucius</i>	Hecht	1	---	---
Gadidae	<i>Lota lota</i>	Aalrutte	1	---	---	384,0
Gobiidae	<i>Ponticola kessleri</i>	Kesslergrundel	9	110,4	49,0	181,0
	<i>Neogobius melanostomus</i>	Schwarzgrundel	127	95,9	38,0	621,0
Percidae	<i>Perca fluviatilis</i>	Flussbarsch	25	125,3	58,0	275,0
	<i>Sander lucioperca</i>	Zander	3	263,3	108,0	372,0
Siluridae	<i>Silurus glanis</i>	Wels	3	549,3	148,0	1100,0
<b>Gesamt</b>	<b>20 Fischarten</b>		<b>507 Fische</b>			

Im Zuge der Elektrofischungen wurden auch zwei Fischarten gefangen, die in der FFH-Richtlinie in den Anhängen II und V aufgelistet sind. Sowohl der Frauennerfling als auch der Perlfisch (*Rutilus meidingeri*, Abb. 34) wurden durch jeweils ein juveniles Exemplar belegt.



Abb. 34 Perlfisch (*Rutilus meidingeri*)



### 3.2.2 Ergebnis der Laborarbeiten

Im Zuge der Laborarbeiten wurden 244 Fische der Spezies Aitel, Kesslergrundel, Laube, Rotauge und Schwarzmundgrundel untersucht (Tab. 4).

Tab. 4 Untersuchte Fischarten und deren Individuenzahl.

Wissenschaftlicher Name	Deutscher Name	Fische
<i>Squalius cephalus</i>	Aitel	18
<i>Ponticola kessleri</i>	Kesslergrundel	8
<i>Alburnus alburnus</i>	Laube	102
<i>Rutilus rutilus</i>	Rotauge	30
<i>Neogobius melanostomus</i>	Schwarzmundgrundel	86
<b>Gesamt</b>	<b>5 Fischarten</b>	<b>244 Fische</b>

Trotz der umfangreichen Elektrofischungen im Großraum Linz wurden nur 18 Aitel und 30 Rotaugen gefangen. Die Aitel waren zwischen 116 mm und 221 mm lang, wobei hauptsächlich Fische mit Totallängen zwischen 120 mm und 160 mm gefangen wurden. Das Größenspektrum der Rotaugen reichte von 40 mm bis 137 mm, wobei die meisten Fische den Längensklassen 40 mm bis 60 mm und 100 mm bis 120 mm zuzuordnen waren (Abb. 35).

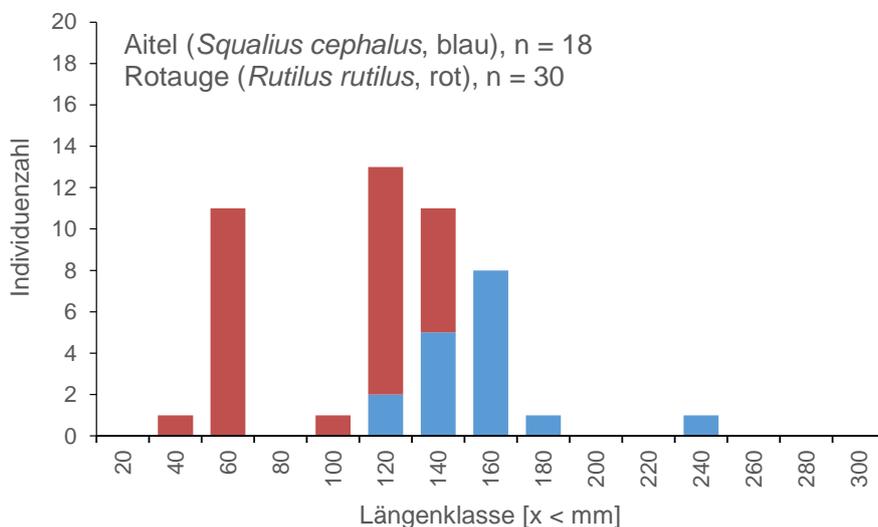


Abb. 35 Längensklassenverteilung der Fischarten Aitel (blaue Balken) und Rotauge (rote Balken),  $n_{\text{ges}} = 48$ .

Im Zuge der Elektrofischungen wurden 102 Lauben entnommen, die zwischen 73 mm und 187 mm lang waren (Abb. 36).



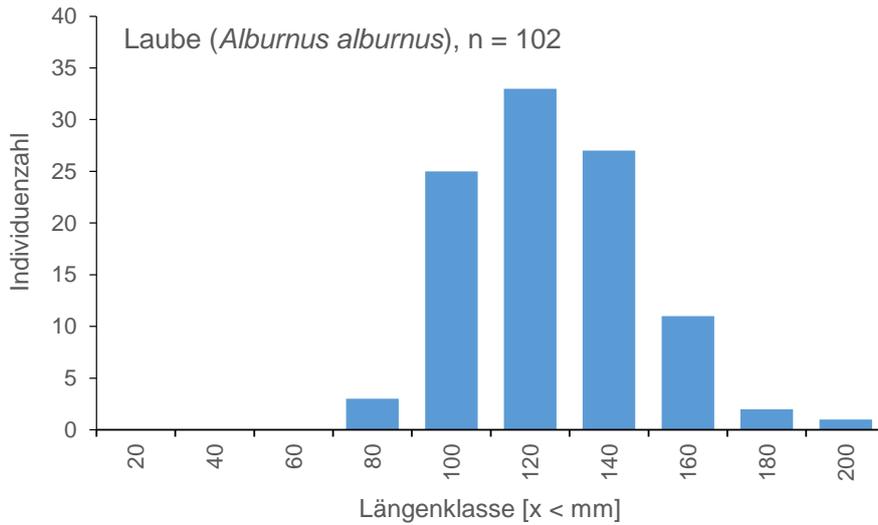


Abb. 36 Längenklassenverteilung der Freiwasserschicht Laube.

Es wurden acht Kesslergrundeln und 86 Schwarzmundgrundeln gefangen und im Labor deren Magen- und Darminhalt untersucht. Die Kesslergrundeln waren zwischen 51 mm und 176 mm lang und die Schwarzmundgrundeln deckten einen Größenbereich zwischen 44 mm und 139 mm ab (Abb. 37).

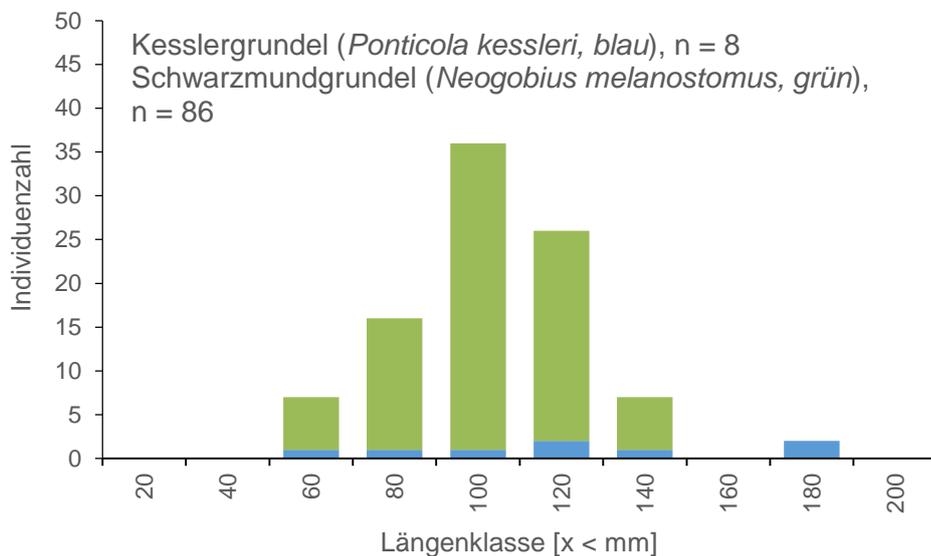


Abb. 37 Längenklassenverteilung der neozoen Kesslergrundel (blaue Balken) und Schwarzmundgrundel (grüne Balken), n<sub>ges</sub> = 94.



**Auch im Großraum Linz wurde in den untersuchten Fischen keine Belastung mit Plastikpartikeln festgestellt.**

Die Zusammensetzung des Magen-Darminhalts der einzelnen Zielfische entsprach im Großen und Ganzen jener der im Großraum Aschach gefangenen und analysierten Individuen (siehe Kapitel 3.1.2).

### **3.3 Großraum Grein**

#### **3.3.1 Fangergebnis**

Im Großraum Grein an der Donau wurden im Zuge der Elektrofischungen 478 Fische aus 20 Fischarten gefangen, die zu sieben Familien zu zählen sind.

Die häufigste Fischart war die Laube, mit 211 Individuen, gefolgt von der Schwarzmundgrundel und vom Rotauge.

Das Größenspektrum der Fische reicht von 26 mm bis 750 mm, wobei der Großteil der gefangenen Tiere zwischen 40 mm und 160 mm lang war. Der größte Fisch war ein Aal mit 750 mm Totallänge (Tab. 5).

Tab. 5 Fangergebnis der Befischung im Großraum Grein an der Donau und Kennwerte der Fischlänge (Mittelwert der Totallänge, Minimum- und Maximallänge) pro Fischart.

Familie	Wissenschaftlicher Name	Deutscher Name	Fangergebnis	Kennwerte Fischlängen [mm]		
				Mittelwert	Minimum	Maximum
Anguillidae	<i>Anguilla anguilla</i>	Aal	2	---	350,0	750,0
Cyprinidae	<i>Squalius cephalus</i>	Aitel	27	152,3	80,0	589,0
	<i>Barbus barbus</i>	Barbe	3	114,7	76,0	155,0
	<i>Rhodeus amarus</i>	Bitterling	1	---	---	42,0
	<i>Abramis brama</i>	Brachse	1	---	---	153,0
	<i>Cyprinus carpio</i>	Karpfen	1	---	---	100,0
	<i>Alburnus alburnus</i>	Laube	211	117,1	27,0	153,0
	<i>Chondrostoma nasus</i>	Nase	8	58,9	47,0	75,0
	<i>Leuciscus idus</i>	Nerfling	14	132,0	70,0	185,0
	<i>Rutilus rutilus</i>	Rotaug	84	75,0	49,0	176,0
	<i>Aspius aspius</i>	Schied	2	---	84,0	87,0
Esocidae	<i>Esox lucius</i>	Hecht	3	252,0	205,0	291,0
Gadidae	<i>Lota lota</i>	Aalrutte	7	245,6	230,0	270,0
Gobiidae	<i>Ponticola kessleri</i>	Kesslergrundel	1	---	---	54,0
	<i>Proterorhinus semilunaris</i>	Marmorgrundel	1	---	---	52,0
	<i>Babka gymnothoracelus</i>	Nackthalsgrundel	1	---	---	58,0
	<i>Neogobius melanostomus</i>	Schwarzmundgrundel	88	82,1	26,0	137,0
Percidae	<i>Perca fluviatilis</i>	Flussbarsch	20	96,6	52,0	215,0
	<i>Sander lucioperca</i>	Zander	2	343,5	112,0	575,0
Siluridae	<i>Silurus glanis</i>	Wels	1	---	---	205,0
<b>Gesamt</b>	<b>20 Fischarten</b>		<b>478 Fische</b>			



### 3.3.2 Ergebnis der Laborarbeiten

Im Rahmen der Laborarbeiten wurde bei insgesamt 275 Fischen der Spezies Aitel, Rotauge, Laube, Kesslergrundel, Marmorgrundel und Schwarzmundgrundel der Magen-Darminhalt untersucht.

Tab. 6 Untersuchte Fischarten und deren Individuenzahl.

Wissenschaftlicher Name	Deutscher Name	Fische
<i>Squalius cephalus</i>	Aitel	27
<i>Ponticola kessleri</i>	Kesslergrundel	1
<i>Alburnus alburnus</i>	Laube	95
<i>Proterorhinus semilunaris</i>	Marmorgrundel	1
<i>Rutilus rutilus</i>	Rotauge	63
<i>Neogobius melanostomus</i>	Schwarzmundgrundel	88
<b>Gesamt</b>	<b>6 Fischarten</b>	<b>275 Fische</b>

Die 27 analysierten Aitel waren zwischen 77 mm und 589 mm lang, wobei der Großteil der Fische Totallängen zwischen 100 mm und 160 mm hatte. Zusätzlich zu den Aiteln wurden 63 Rotaugen entnommen, die einen Größenbereich zwischen 51 mm und 172 mm abdeckten. Die meisten Individuen zählten zu den Längensklassen 40 - 60 mm und 60 - 80 mm (Abb. 38).

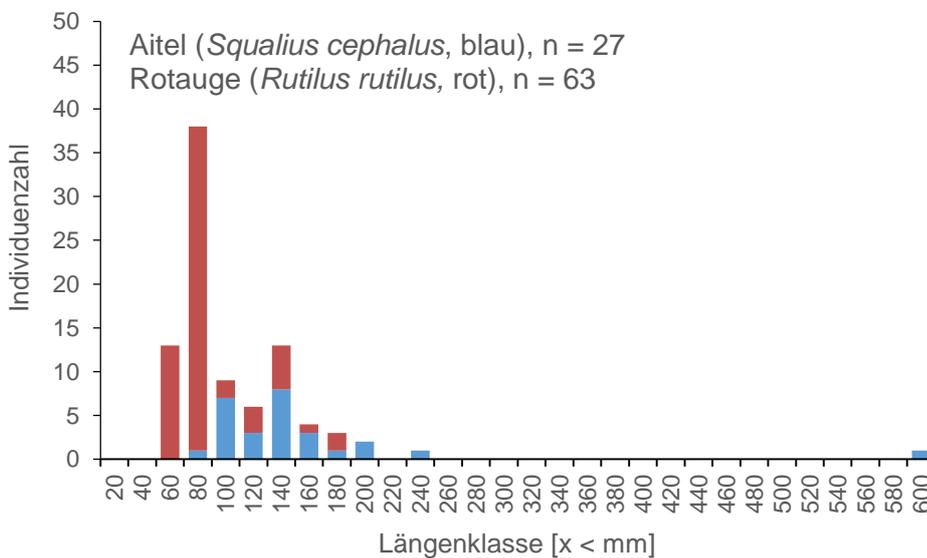


Abb. 38 Längensklassenverteilung der indifferenten Fischarten Aitel (blaue Balken) und Rotaugen (rote Balken),  $n_{ges} = 90$ .

Es wurden 95 Lauben aus der Donau im Großraum Grein entnommen und im Labor untersucht. Das Größenspektrum reichte von 39 mm bis 150 mm, wobei der der Großteil der Fische zwischen 80 mm und 140 mm lang war (Abb. 39).



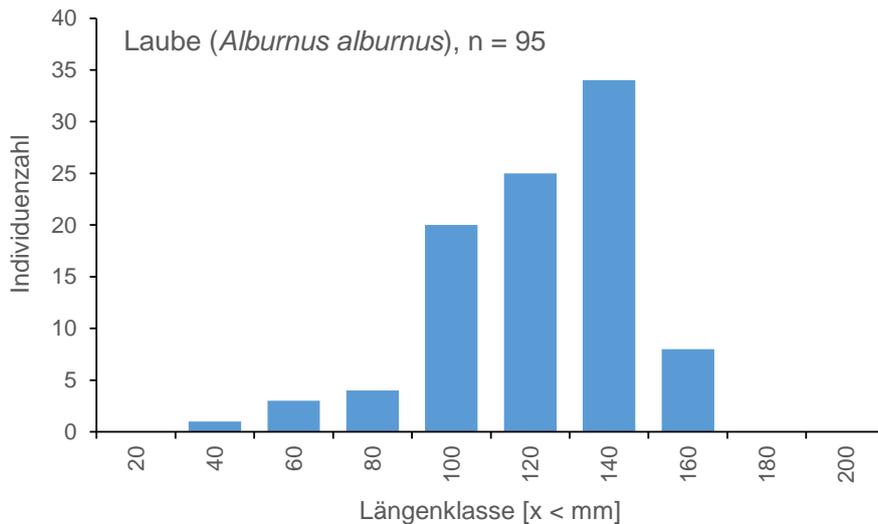


Abb. 39 Längenklassenverteilung der Freiwasserschichten Laube.

Es wurde eine Kesslergrundel, mit einer Totallänge von 52 mm, eine 47 mm lange Marmorgrundel und 88 Schwarzmundgrundeln untersucht, die zwischen 43 mm und 135 mm lang waren. Die meisten Schwarzmundgrundeln hatten Totallängen zwischen 60 mm und 100 mm (Abb. 40).

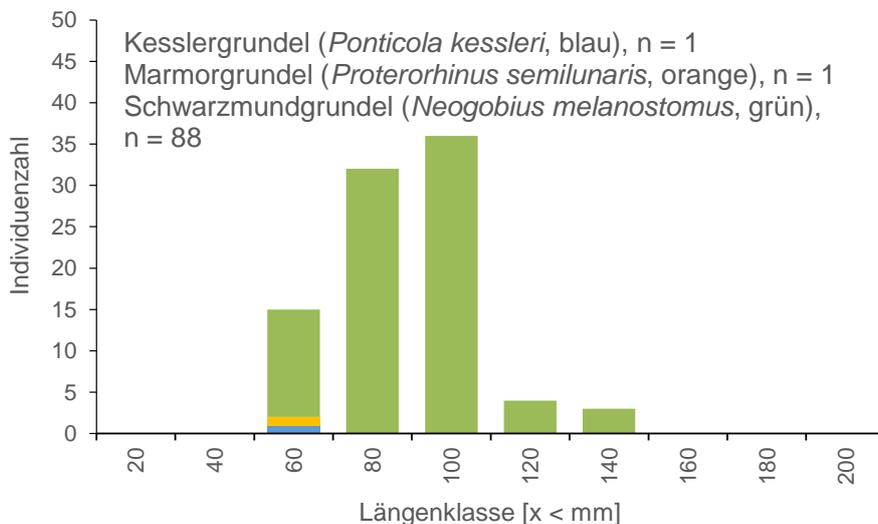


Abb. 40 Längenklassenverteilung der neozoen Kesslergrundel (blaue Balken), Marmorgrundel (orange Balken) und Schwarzmundgrundel (grüne Balken),  $n_{\text{ges}} = 90$ .

**Im Zuge der Probenaufarbeitung im Labor wurden in zwei Fischen, einem Aitel und einer Laube, je ein Plastikpartikel im Verdauungstrakt gefunden.**



Die Laube mit der Nummer G047 war 98 mm lang und hatte ein Gewicht von 7,2 g (Abb. 41). Ihr Magen-Darminhalt setzte sich aus fädigen Algen, Makrozoobenthos-Teilen und einem Plastikpartikel zusammen (Abb. 42).

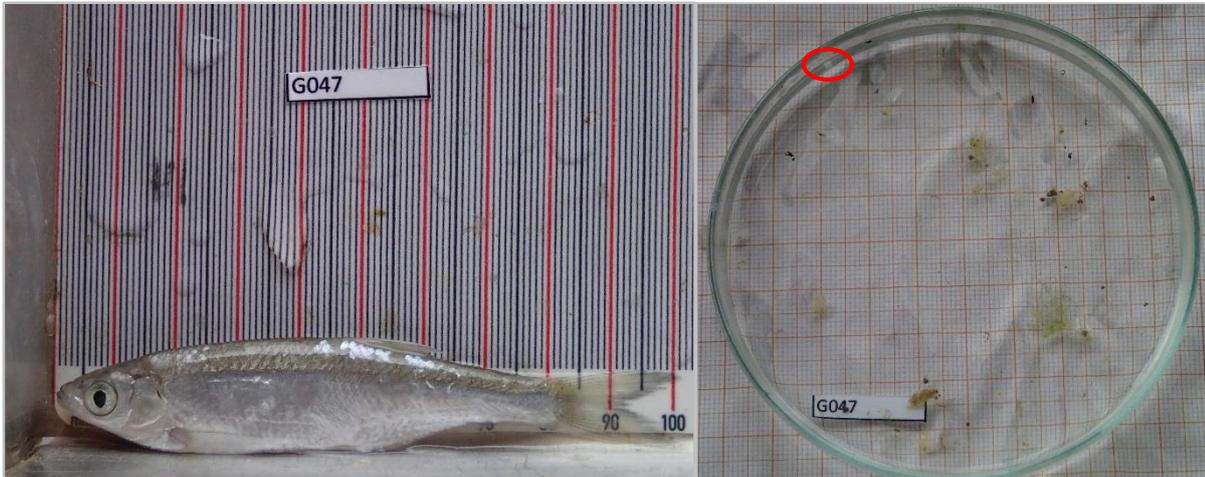


Abb. 41 Links: Laube aus der Donau im Großraum Grein mit der Nummer G047.

Abb. 42 Rechts: Magen-Darminhalt der Laube mit der Nummer G047. Das rote Oval markiert das Plastikpartikel.

Dieses Plastikpartikel wurde aufgrund der zylindrischen Form in die Kategorie „Pellet“ eingestuft (Abb. 43, Abb. 44). Pellets werden in der Plastikindustrie als Ausgangsmaterial zur Herstellung von Plastikprodukten verwendet.

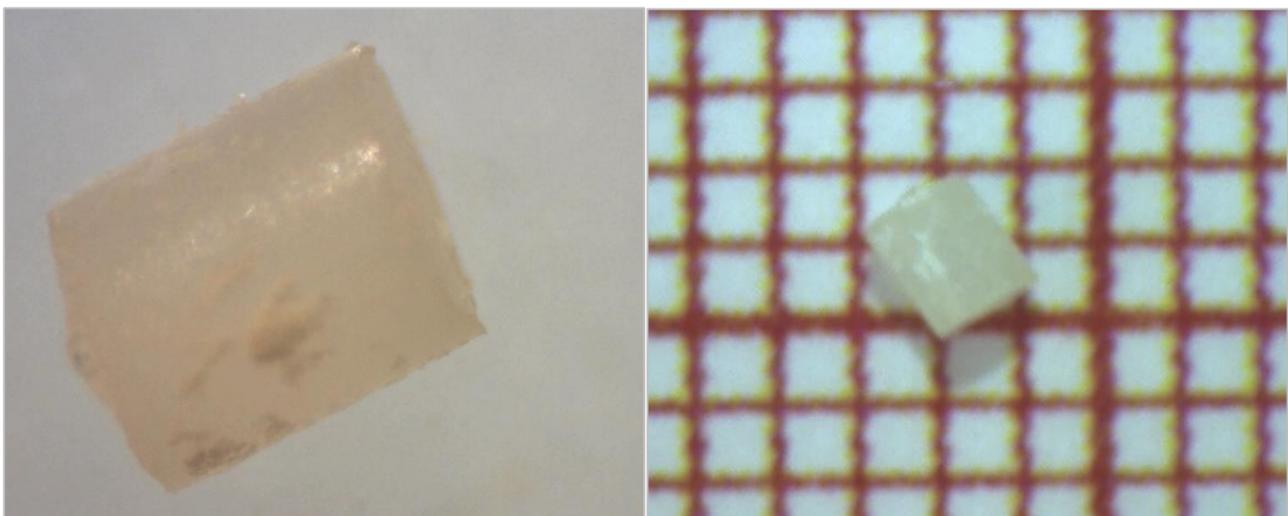


Abb. 43 Links: Plastikpellet aus dem Verdauungstrakt der Laube mit der Nummer G047; Seitenansicht.

Abb. 44 Rechts: Plastikpellet aus dem Verdauungstrakt der Laube mit der Nummer G047; Seitenansicht auf Millimeterpapier.

Das Aitel mit der Nummer G066 war 156 mm lang und hatte ein Gewicht von 45,1 g (Abb. 45). Der Inhalt des Verdauungstraktes setzte sich hauptsächlich aus Makrozoobenthos-Fragmenten und pflanzlichem Material zusammen (Abb. 46).

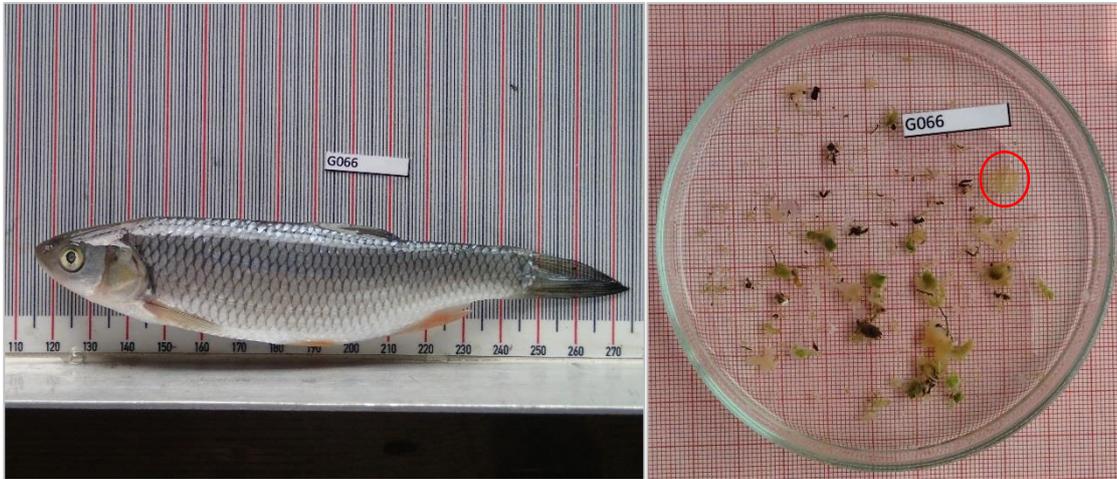


Abb. 45 Links: Aitel aus der Donau im Großraum Grein mit der Nummer G066.

Abb. 46 Rechts: Magen-Darminhalt des Aitels mit der Nummer G066. Das rote Oval markiert das Plastikpartikel.

Das gefundene Plastikpartikel wurde aufgrund seiner Form und Elastizität in die Kategorie „Film/Folie“ eingestuft (Abb. 47, Abb. 48).

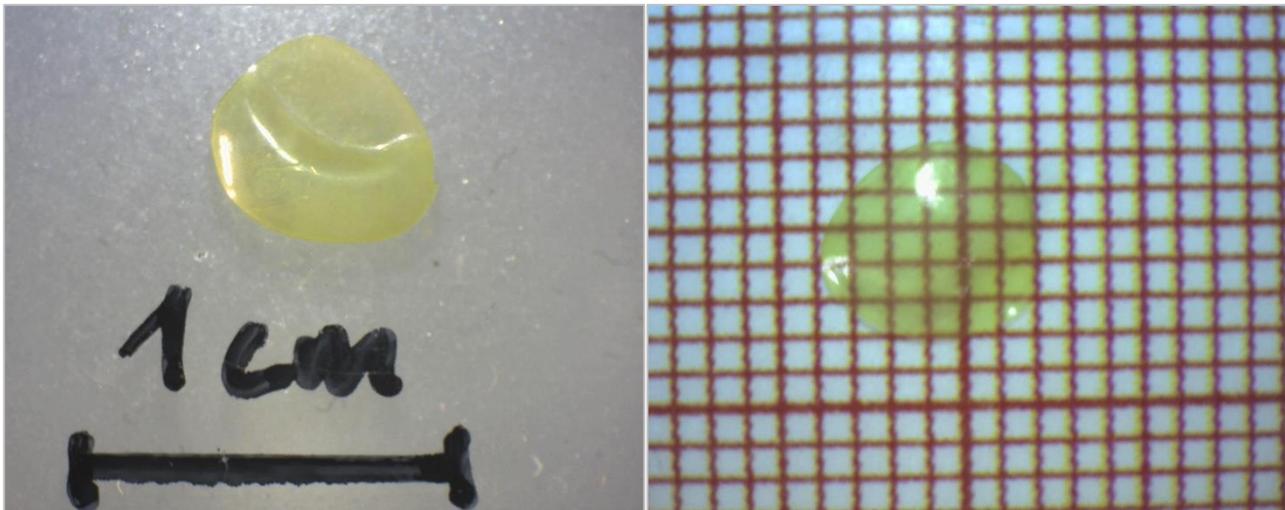


Abb. 47 Links: Plastikpartikel der Kategorie „Film/Folie“ aus dem Verdauungstrakt des Aitels mit der Nummer G066.

Abb. 48 Rechts: Plastikpartikel der Kategorie „Film/Folie“ auf Millimeterpapier aus dem Verdauungstrakt des Aitels mit der Nummer G066.

### 3.4 „Speisefische“ – Zusammenarbeit mit Berufsfischer Wiesmayr

In Zusammenarbeit mit dem Linzer Berufsfischer Franz Wiesmayr wurde auch der Magen-Darminhalt von Speisefischen untersucht, die im Großraum Linz mittels Stellnetzen gefangen wurden. Die Netzfänge umfassten vor allem die Fischarten Rotauge, Brachse (*Abramis brama*), Flussbarsch (*Perca fluviatilis*) und Barbe. Die Spezies Rußnase (*Vimba vimba*) und eine nicht näher bestimmte Coregonen-Art (*Coregonus* sp.) wurden durch jeweils zwei Individuen belegt und von den Arten Schied (*Aspius aspius*), Schleie (*Tinca tinca*), Zander (*Sander lucioperca*) und Zobel (*Ballerus sapa*) wurde jeweils ein Exemplar gefangen. Insgesamt wurden die Verdauungstrakte von 49 Speisefischen analysiert (Tab. 7, Abb. 49).

Tab. 7 Name und Anzahl der Speisefische, die vom Berufsfischer Franz Wiesmayr gefangen und deren Magen-Darmtrakt zur Verfügung gestellt wurde und Kennwerte der Fischlänge (Mittelwert der Totallänge, Minimum- und Maximallänge) pro Fischart.

Wissenschaftlicher Name	Deutscher Name	Fische	Kennwerte Fischlängen [mm]		
			Mittelwert	Minimum	Maximum
<i>Barbus barbus</i>	Barbe	6	521,7	410,0	680,0
<i>Vimba vimba</i>	Rußnase	2	---	370,0	420,0
<i>Abramis brama</i>	Brachse	12	360,8	300,0	445,0
<i>Perca fluviatilis</i>	Flussbarsch	10	346,5	310,0	400,0
<i>Coregonus</i> sp.	Coregone	2	---	370,0	480,0
<i>Rutilus rutilus</i>	Rotaug	13	314,5	34,0	370,0
<i>Aspius aspius</i>	Schied	1	---	---	590,0
<i>Tinca tinca</i>	Schleie	1	---	---	450,0
<i>Sander lucioperca</i>	Zander	1	---	---	550,0
<i>Ballerus sapa</i>	Zobel	1	---	---	335,0
<b>Gesamt</b>	<b>10 Fischarten</b>	<b>49 Fische</b>			

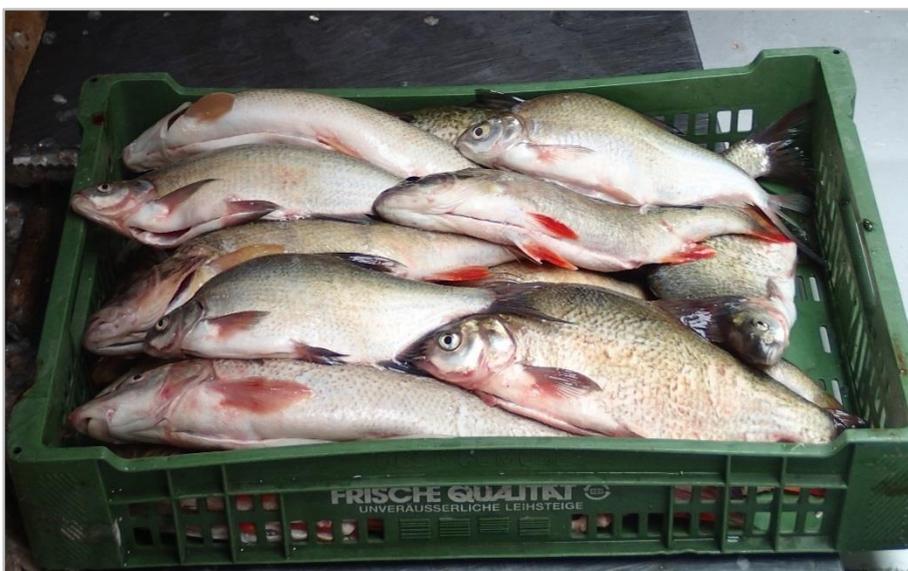


Abb. 49 Speisefische aus der Donau bei Linz, gefangen vom Berufsfischer Franz Wiesmayr.



In Abb. 50 ist die Längenklassenverteilung der gefangenen Speisefische dargestellt. Die einzelnen Fischarten sind farblich codiert.

Aufgrund der relativ großen Maschenweiten der verwendeten Stellnetze wurden hauptsächlich große Fischindividuen gefangen, mit einem Größenspektrum zwischen 300 mm und 680 mm. Der Großteil der Speisefische war zwischen 300 mm und 400 mm lang (Abb. 50).

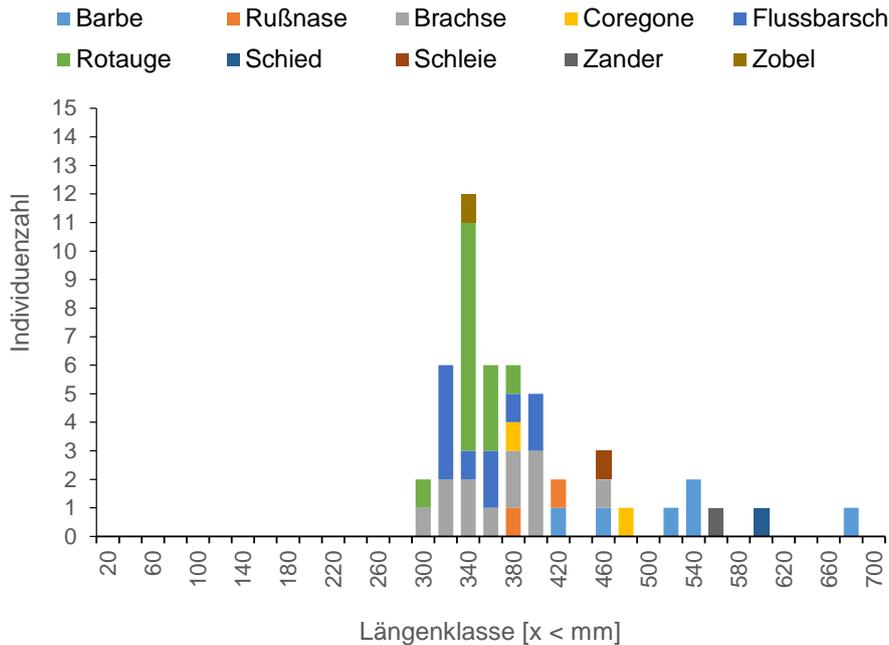


Abb. 50 Längenverteilung der untersuchten Speisefische.

In den Verdauungstrakten der Speisefische fanden sich vor allem Makrozoobenthos-Organismen, wie Muscheln (Abb. 51), Krebstiere und Insektenlarven, Pflanzenmaterial, aber auch Fische und Fischreste (Abb. 52).

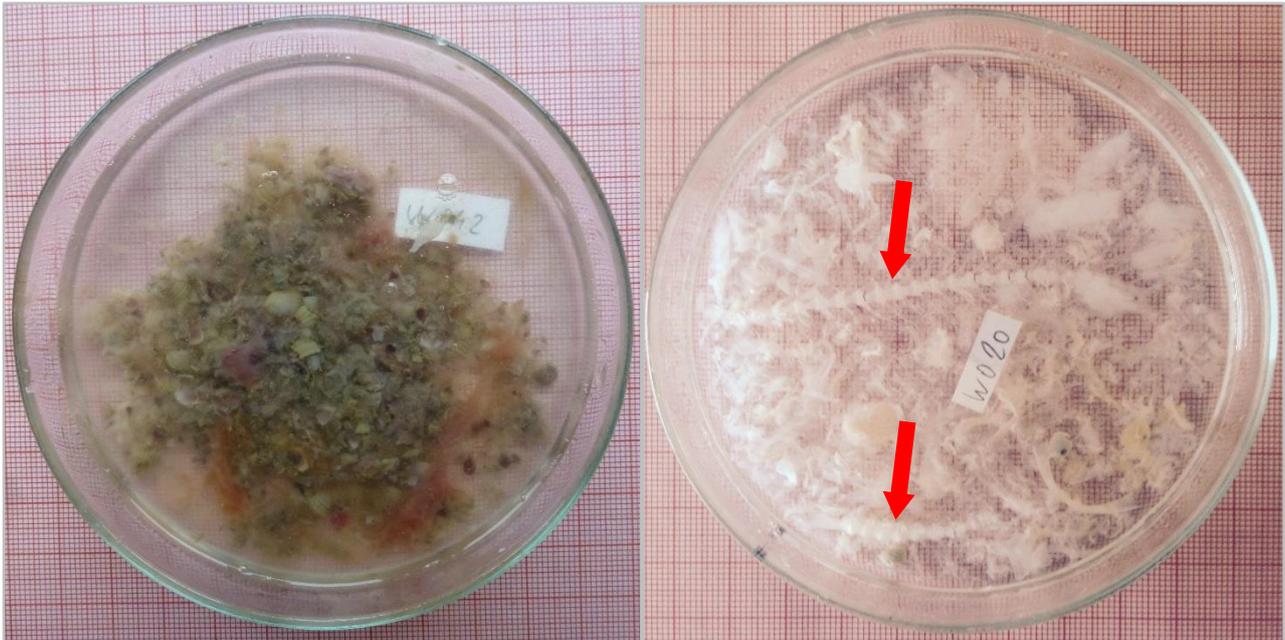


Abb. 51 Links: Magen-Darminhalt des Rotauges mit der Nummer W042, der sich hauptsächlich aus Muschelresten und Schneckenhausfragmenten zusammensetzt.

Abb. 52 Rechts: Magen-Darminhalt des Zanders (*Sander lucioperca*) mit der Nummer W020. Gut zu erkennen sind die Fragmente eines Fischrückgrats (rote Pfeile).

Darüber hinaus wurde bei fast allen Individuen eine Parasitose mit Kratzwürmern (Stamm: *Acanthocephala*) dokumentiert, die sich mit ihren hakenbewehrten Rüsseln in der Darmwand festheften. **In den Verdauungstrakten der untersuchten Speisefische wurden aber keine Plastikpartikel nachgewiesen.**

## **4 DISKUSSION**

Die Studien von LECHNER et al. (2014) und HOHENBLUM et al. (2015) belegen, dass in der Donau eine gewisse Belastung durch Plastikpartikel im Wasser vorhanden ist, deren Magnitude einerseits vom Donau-Abfluss und andererseits aber auch von der Stationierung entlang der österreichischen Donau abhängig ist.

HOHENBLUM et al. (2015) zeigen in ihrer umfassenden Untersuchung, dass in der flussaufwärtigen Messstelle in Aschach an der Donau die Plastikfracht bei Mittelwasser 15,1 kg pro Tag beträgt. Die Extremwerte an diesem Standort liegen zwischen 6,6 kg pro Tag, gemessen bei einem Regulierungsniederwasser-Abfluss von 765 m<sup>3</sup>/s und 97,9 kg pro Tag, gemessen bei einer Wasserführung von 2.575 m<sup>3</sup>/s, was einem Abfluss zwischen Mittelwasser und einem einjährigen Hochwasser entspricht. In Hainburg an der Donau liegt die Plastikfracht bei Mittelwasser bereits bei 40,1 kg pro Tag, was einer Erhöhung um das 2,5fache gleichkommt. Die Extremwerte sind 11,0 kg pro Tag bei RNW und 648,4 kg pro Tag, gemessen bei einem dreijährlichen Hochwasserabfluss von 5.704 m<sup>3</sup>/s. Die von LECHNER et al. (2014) berechnete mittlere Plastikfracht in der Donau basiert auf Driftnetzmessungen im unmittelbaren Uferbereich. Mit circa 338 kg pro Tag liegt sie doch deutlich über der bei Mittelwasser gemessenen Plastikfracht der UBA-Studie. Nichtsdestotrotz geben beide Arbeiten einen ersten Überblick über die vorherrschende Plastikbelastung in der Donau.

Im Zuge der UBA-Studie (HOHENBLUM et al. 2015) wurden 30 Fische analysiert, wobei bei keinem Exemplar Plastikpartikel im Verdauungstrakt nachgewiesen wurden. Die ausgewählten Fische beschränkten sich in diesem Fall auf drei Aitel und 27 Barben. Aus diesem Grund wurde auch die Analyse eines breiteren Artenspektrums gefordert, welches unterschiedliche Ernährungsgilden abdecken soll, um die Belastung der Fischzönose möglichst umfassend darstellen zu können (HOHENBLUM et al. 2015). Die vorliegende oberösterreichische Pilotstudie ist ein erster Schritt in diese Richtung. Mit der Erweiterung der Fischartenliste auf Lauben und die neozoen Grundeln wurden sowohl die Ernährungsgilden der omnivoren Freiwasserfische, als auch der benthischen Kleinfischarten miteinbezogen. Mithilfe der hohen Stichprobenzahl von circa 90 Individuen pro Standort und Fischart wurden auch unterschiedliche Altersklassen berücksichtigt, um eventuelle Unterschiede innerhalb einer Spezies mit einer entsprechenden Genauigkeit abbilden zu können. Zusätzlich wurden durch die Zusammenarbeit mit Franz Wiesmayr mehrere als „Speisefische“ angesehene Fischarten exemplarisch untersucht, womit das analysierte Artenspektrum eine breite Palette an Ernährungsgilden beinhaltet.

Trotz des umfangreichen Probenmaterials wurden nur in zwei Fischen aus dem Großraum Grein Plastikpartikel nachgewiesen (siehe Kapitel 3.3.2). Dieses Ergebnis belegt aber, dass Plastikpartikel von den heimischen Donaufischen grundsätzlich aufgenommen werden können. Die geringe Anzahl



betroffener Individuen lässt darauf schließen, dass es entweder nur sehr selten zum Verschlucken der Plastikpartikel kommt, oder aber diese den Magen-Darm-Trakt sehr schnell passieren und deswegen nur über einen recht kurzen Zeitraum nachgewiesen werden können. Im Vergleich dazu haben SANCHEZ et al. (2014) in 12% der von ihnen untersuchten Gründlinge (*Gobio gobio*) aus elf französischen Flüssen Plastikpartikel in den Verdauungstrakten nachgewiesen. Die Diskrepanz der Ergebnisse verdeutlicht, dass viele Fragen hinsichtlich der Aufnahme bzw. Passage von Plastikpartikeln durch Fische noch offen sind und es einer eingehenden Beleuchtung der Thematik bedarf.

Zuallererst müssten Fütterungs-Experimente unter kontrollierten Bedingungen durchgeführt werden, die Aufschluss darüber geben, wie oft Plastikpartikel aufgenommen werden und wie lange die Passage eines Kunststoffteilchens durch den Verdauungstrakt benötigt. Mit der Wahl entsprechender Versuchsfische könnten auch interspezifische Unterschiede dokumentiert werden. Mithilfe solcher Laboruntersuchungen würde das Basiswissen geschaffen, um die Plastikbelastung bei Wildfischen besser zu verstehen und Ergebnisse besser interpretieren zu können.

Die beiden im Großraum Grein nachgewiesenen Plastikpartikel wurden in die Kategorien „Pellet“ und „Film/Folie“ eingeteilt. Im Vergleich dazu zeigt die Klassifizierung der Plastikpartikel  $>500\ \mu\text{m}$  durch das UBA, dass hauptsächlich sekundäres Mikroplastik, also „Bruchstücke“ von größeren Produkten die Gesamtplastikfracht bestimmen. Die Hälfte der Kunststoffteile in der fließenden Welle der Donau fällt demnach in die Kategorie „Bruchstück“. Im Gegensatz dazu stellen „Pellets“ nur einen vergleichsweise geringen Anteil an der Gesamtmenge an Plastik dar. In Aschach an der Donau beträgt deren Anteil 2%, während in Hainburg an der Donau Pellets bereits 10% aller klassifizierten Partikel ausmachen (HOHENBLUM et al. 2015).

Aufgrund der geringen Anzahl an Plastiknachweisen in den gefangenen Zielfischen lassen sich keine signifikanten Unterschiede zwischen den einzelnen Plastikfraktionen, den Zielfischarten und den drei Untersuchungsstrecken Aschach an der Donau, Linz und Grein an der Donau feststellen. Basierend auf den Ergebnissen der UBA-Studie, kann aber davon ausgegangen werden, dass die Plastikbelastung in den Donaufischen im Verlauf der österreichischen Donau, entsprechend der steigenden Plastikfracht, zunimmt.

In der vorliegenden Pilotstudie wurden nur Plastikpartikel  $>500\ \mu\text{m}$  behandelt, während kleinere Fraktionen vernachlässigt wurden. Aus der Literatur ist aber bekannt, dass eine Vielzahl aquatischer Organismen Kunststoffteilchen  $<500\ \mu\text{m}$  aufnehmen (ROSENKRANZ et al. 2009, WAGNER et al. 2014) und es so zu einer Anreicherung in der Nahrungskette kommt (DERRAIK 2002, FARRELL & NELSON 2013,). In marinen Ökosystemen ist diese Bioakkumulation vergleichsweise gut dokumentiert. Beispielsweise wurden bereits Mikroplastikpartikel, die von planktivoren Laternenfischen (Myctophidae) aufgenommen wurden, im Kot von Robben (Otariidae) nachgewiesen



(WRIGHT et al. 2013). Deshalb ist es auch in heimischen Gewässern von größter Bedeutung, die Bioakkumulation von Mikroplastikpartikeln  $<500\ \mu\text{m}$  und den damit assoziierten chemischen Verbindungen in den einzelnen Gliedern der Nahrungskette genauer zu untersuchen.

Durch eine experimentelle Herangehensweise unter kontrollierten Bedingungen, beispielsweise im Zuge von Laboruntersuchungen, sollten die Auswirkungen der Plastikbelastung von Fischen genau erforscht werden. Besonderes Augenmerk sollte dabei auf die Auswirkungen der im Material enthaltenen, oder an der Oberfläche der Plastikpartikel anhaftenden chemischen Verbindungen gelegt werden. Nicht nur die vielbeschriebenen Weichmacher, sondern auch endokrin wirksame Substanzen werden innerhalb gewisser Zeiträume aus den Kunststoffen gelöst oder werden durch chemische Veränderung, Verbindung mit anderen Stoffen, etc. zu neuen Stoffen, die Großteils gar nicht erkannt werden oder zumindest hinsichtlich ihrer Wirkung unbekannt sind.

Diese xenobiotischen, also nicht natürlich vorkommenden Stoffe, und ihre Metaboliten stellen für aquatische Organismen, und letztendlich auch für den Menschen als Endkonsumenten ein bis dato nicht abschätzbares Gesundheitsrisiko dar.

Erst wenn ein entsprechend umfangreiches Wissen über Ursachen und Auswirkungen der vorherrschenden Plastikbelastung vorhanden ist, kann das Gefahrenpotenzial richtig eingeschätzt werden werden.

Die Vermeidung von Plastikabfall, beginnend schon in der Umstellung der Produktionsweisen, im Vertrieb und in der Abfallsammelstruktur sowie der Ersatz gewisser Produkte durch weniger problematische Stoffe sind jedenfalls wichtige Schritte auf dem Weg zur Reduktion des aktuell noch im Zunehmen begriffenen Problems. Das Verbot gewisser Stoff(gruppen) und bestimmter Herstellungsverfahren würde jedenfalls an der Quelle der Problemkette ansetzen und die weitere Entwicklung gar nicht erst in Gang kommen lassen.

Da Herstellung und Vertrieb von Plastik in erster Linie von wirtschaftlichen Überlegungen geprägt sind, ist in absehbarer Zeit leider nicht zu erwarten, dass es eine Trendumkehr geben wird. Dem entsprechend muss jedenfalls mehr Energie in die Erforschung der Wirkungsketten fließen, um den „Plastik-Kreislauf“ besser zu verstehen und identifizierte Problembereiche in ihrer Wertigkeit einschätzen und gegebenenfalls gegensteuern zu können.



## **5 ZUSAMMENFASSUNG**

Im Zuge der vorliegenden Pilotstudie wurden in drei Untersuchungsstrecken in der oberösterreichischen Donau Elektrobefischungen durchgeführt und insgesamt 791 Individuen der Fischarten Aitel, Laube und der neozoen Grundeln entnommen, um deren Magen-Darminhalt auf das Vorhandensein von Plastikpartikeln zu untersuchen. Darüber hinaus wurden in Zusammenarbeit mit dem Berufsfischer Franz Wiesmayr aus Linz die Magen-Darminhalte von insgesamt 49 Individuen verschiedener „Speisefischarten“ überprüft. Alle Partikel >500 µm wurden unter dem Binokular analysiert und die gefundenen Plastikteile anhand des Klassifizierungsschemas des Umweltbundesamtes eingeteilt. Ergänzend zu den Aiteln wurden auch Rotaugen entnommen, damit die geforderte Anzahl an Versuchsfischen erreicht werden konnte.

Die am weitesten flussauf gelegene Untersuchungsstrecke befindet sich im Großraum Aschach an der Donau. In diesem Donauabschnitt erfolgten auch Messungen des Umweltbundesamtes (UBA), mit deren Hilfe die Basisbelastung der Donau mit Plastikmüll bei Eintritt auf Österreichisches Staatsgebiet ermittelt wurde.

Die zweite Untersuchungsstrecke befindet sich im Donauabschnitt bei Linz. Anhand der hier entnommenen Fische soll die kumulative Belastung durch den Industriestandort und den Ballungsraum analysiert werden.

Im Großraum Grein an der Donau befindet sich die am weitesten flussab gelegene Untersuchungsstrecke der Pilotstudie. Anhand der Magen-Darminhalte der hier gefangenen Fische soll die kumulative Plastikbelastung durch das gesamte oberösterreichische Donaueinzugsgebiet wiedergespiegelt werden.

Bei insgesamt 840 Fischen wurde der Inhalt des Verdauungstraktes untersucht. Lediglich in zwei Individuen, einer Laube und einem Aitel aus dem Großraum Grein, wurden Plastikpartikel der Kategorien „Pellet“ und „Film/Folie“ nachgewiesen.

Die Ergebnisse der Untersuchung zeigen, dass Plastikpartikel von der heimischen Donaufischfauna zwar aufgenommen werden, dies aber nur sehr selten geschieht, oder aber die Partikel den Verdauungstrakt schnell passieren und deswegen die Wahrscheinlichkeit für einen Nachweis eher gering ist. Aufgrund der geringen Anzahl an Fischen mit Plastikpartikeln im Magen-Darmtrakt können keine Unterschiede zwischen den einzelnen Fischarten und Untersuchungsstrecken festgestellt werden. Nichtsdestotrotz ist es notwendig die Plastikfracht in der Donau zu reduzieren, um die Belastung der aquatischen Zönose zu minimieren. Darüber hinaus bedarf es einer genauen Analyse der physikalischen und chemischen Auswirkungen von Plastikprodukten und deren Metaboliten auf limnische Organismen.



## **6 LITERATUR**

- BARNES, D. K., F. GALGANI, R. C. THOMPSON & M. BARLAZ (2009): Accumulation and fragmentation of plastic debris in global environments. – Philosophical Transactions of the Royal Society B: Biological Sciences, 364(1526), 1985-1998.
- BROWNE, M. A., P. CRUMP, S. J. NIVEN, E. TEUTEN, A. TONKIN, T. GALLOWAY & R. THOMPSON (2011): Accumulation of microplastic on shorelines worldwide: sources and sinks. – Environmental Science & Technology, 45(21), 9175-9179.
- BUNDESMINISTERIUM FÜR LAND- UND FORSTWIRTSCHAFT, UMWELT UND WASSERWIRTSCHAFT (Hrsg.) (2014): Leitbildkatalog – Stand Mai 2014, [http://www.baw-igf.at/cms/component/option,com\\_docman/Itemid,314/lang,de/](http://www.baw-igf.at/cms/component/option,com_docman/Itemid,314/lang,de/).
- COOPER, D. A. & P. L. CORCORAN (2010): Effects of mechanical and chemical processes on the degradation of plastic beach debris on the island of Kauai, Hawaii. – Marine Pollution Bulletin, 60(5), 650-654.
- COSTA, M. F., J. A. I. DO SUL, J. S. SILVA-CAVALCANTI, M. C. B. ARAÚJO, Â. SPENGLER & P. S. TOURINHO (2010): On the importance of size of plastic fragments and pellets on the strandline: a snapshot of a Brazilian beach. – Environmental Monitoring and Assessment, 168(1-4), 299-304.
- DERRAIK, J. G. B. (2002): The pollution of the marine environment by plastic debris: a review. – Marine Pollution Bulletin, 44, 842-852.
- DRIS, R., H. IMHOF, W. SANCHEZ, J. GASPERI, F. GALGANI, B. TASSIN & C. LAFORSCH (2015): Beyond the ocean: Contamination of freshwater ecosystems with (micro-) plastic particles. – Environmental Chemistry, 32.
- ENGLER, R. E. (2012): The complex interaction between marine debris and toxic chemicals in the ocean. – Environmental Science & Technology, 46(22), 12302-12315.
- FARRELL, P. & K. NELSON (2013): Trophic level transfer of microplastic: *Mytilus edulis* (L.) to *Carcinus maenas* (L.). – Environmental Pollution, 177, 1-3.
- FREE, C., O. JENSEN, S. MASON, M. ERIKSEN, N. WILLIAMSON & B. BOLDGIV (2014): High levels of microplastic pollution in large, remote mountain lake. Marine Pollution Bulletin 85(1), 156–163.



- GREGORY, M. R. (2009): Environmental implications of plastic debris in marine settings—entanglement, ingestion, smothering, hangers-on, hitch-hiking and alien invasions. – *Philosophical Transactions of the Royal Society B: Biological Sciences*, 364(1526), 2013-2025.
- HAUER, W. (2007): Fische, Krebse, Muscheln in heimischen Seen und Flüssen. – Leopold Stocker Verlag, Graz, ISBN 978-3-7020-1143-7, 231 S..
- HOHENBLUM, P., H. FRISCHENSCHLAGER, H. REISINGER, R. KONECNY, M. UHL, S. MÜHLEGGGER, H. HABERSACK, M. LIEDERMANN, P. GMEINER, B. WEIDENHILLER, N. FISCHER & R. RINDLER (2015): Plastik in der Donau – Untersuchung zum Vorkommen von Kunststoffen in der Donau in Österreich. – Im Auftrag des Bundesministeriums für Land- und Forstwirtschaft, Umwelt- und Wasserwirtschaft und der Ämter der Landesregierungen Oberösterreich, Niederösterreich und Wien, Wien, 118 S.
- JAMBECK, J. R., R. GEYER, C. WILCOX, T. R. SIEGLER, M. PERRYMAN, A. ANDRADY, R. NARAYAN & K. L. LAW (2015): Plastic waste inputs from land into the ocean. – *Science*, 347(6223), 768-771.
- KOTTELAT, M. & J. FREYHOF (2007): Handbook of European freshwater fishes. – Kottelat, Cornol, Switzerland and Freyhof, Berlin, Germany, 646 S.
- LAIST, D. W. (1987): Overview of the biological effects of lost and discarded plastic debris in the marine environment. – *Marine Pollution Bulletin*, 18(6), 319-326.
- LECHNER, A., H. KECKEIS, F. LUMESBERGER-LOISL, B. ZENS, R. KRUSCH, M. TRITTHART, M. GLAS & E. SCHLUDERMANN (2014): The Danube so colourful: a potpourri of plastic litter outnumbered fish larvae in Europe's second largest river. – *Environmental pollution*, 188, 177-181.
- MANI T., A. HAUKE, U. WALTER & P. BURKHARDT-HOLM (2015): Microplastics profile along the Rhine River. – *Scientific Reports*, 5 (17988), 7 S.
- MOORE, C. J., S. L. MOORE, M. K. LEECASTER & S. B. WEISBERG (2001): A comparison of plastic and plankton in the North Pacific central gyre. – *Marine Pollution Bulletin*, 42(12), 1297-1300.
- MORÉT-FERGUSON, S., K. L. LAW, G. PROSKUROWSKI, E. K. MURPHY, E. E. PEACOCK & C.M. REDDY (2010): The size, mass, and composition of plastic debris in the western North Atlantic Ocean. – *Marine Pollution Bulletin*, 60(10), 1873-1878.
- RAT DER EUROPÄISCHEN GEMEINSCHAFTEN (1992): FFH-Richtlinie - Richtlinie 92/43/EWG des Rates vom 21. Mai 1992 zur Erhaltung der natürlichen Lebensräume sowie der wildlebenden Tiere und Pflanzen, 12 S.



- ROCHMAN, C. M., E. HOH, T. KUROBE & S. J. TEH (2013): Ingested plastic transfers hazardous chemicals to fish and induces hepatic stress. – *Scientific Reports*, 3, 7 S.
- ROSENKRANZ, P., Q. CHAUDHRY, V. STONE & T. F. FERNANDES (2009): A comparison of nanoparticle and fine particle uptake by *Daphnia magna*. – *Environmental Toxicology and Chemistry*, 28 (10), 2142-2149.
- SANCHEZ, W., C. BENDER & J. M. PORCHER (2014): Wild gudgeons (*Gobio gobio*) from French rivers are contaminated by microplastics: preliminary study and first evidence. – *Environmental research*, 128, 98-100.
- WAGNER, M. C. SCHERER, D. ALVAREZ-MUÑOZ, N. BRENNHOLT, X. BOURRAIN, S. BUCHINGER, E. FRIES, C. GROSBOIS, J. KLASMEIER, T. MARTI, S. RODRIGUEZ-MOZAZ, R. URBATZKA, A. D. VETHAAK, M. WINTHER-NIELSEN & G. REIFFERSCHIED (2014): Microplastic in freshwater ecosystems: what we know and what we need to know. – *Environmental Science Europe* 26(12), 9 S.
- WRIGHT, S. L., R. C. THOMPSON & T. S. GALLOWAY (2013): The physical impacts of microplastics on marine organisms: a review. – *Environmental Pollution*, 178, 483-492.
- ZAUNER, G. & J. EBERSTALLER (1999): Klassifizierungsschema der österreichischen Flußfischfauna in bezug auf deren Lebensraumansprüche. – *Österr. Fischerei* 52, Heft 8/9, 198 - 205.

#### Internetquellen:

- derStandard.at (Hrsg.) (2015): 40 Tonnen Plastik gelangen jedes Jahr in die Donau. Artikel auf derStandard.at, Stand 12. März 2015. <http://derstandard.at/2000012835592/Mikroplastik-in-der-Donau-Erste-Untersuchungsergebnisse-liegen-vor>, Stand: 11. Dezember 2015.
- ORF.at (Hrsg.) (2014): Mehr Plastik als Jungfische. Artikel auf orf.at, Stand: 06. März 2014. <http://orf.at/stories/2221004/2221003/>, abgerufen am 11. Dezember 2015.
- WETZ A. (2014): Plastik in der Donau: Bis zu 40 Tonnen jährlich. Artikel auf DiePresse.com, Stand 12. März 2015. [http://diepresse.com/home/panorama/oesterreich/4682884/Plastik-in-der-Donau\\_Bis-zu-40-Tonnen-jaehrlich?from=simarchiv](http://diepresse.com/home/panorama/oesterreich/4682884/Plastik-in-der-Donau_Bis-zu-40-Tonnen-jaehrlich?from=simarchiv), Stand: 11. Dezember 2015.



## **7      **ABBILDUNGSVERZEICHNIS****

Abb. 1	Links: Tote Eiderente ( <i>Somateria mollissima</i> ), die sich in einem Netzrest verfangen hat (Quelle: www.mellumrat.de).....	4
Abb. 2	Rechts: Toter Albatros (Diomedeidae), mit Plastik im Magen (Quelle: de.wikipedia.org). .....	4
Abb. 3	Links: Aitel ( <i>Squalius cephalus</i> ). .....	6
Abb. 4	Rechts: Laube ( <i>Alburnus alburnus</i> ). .....	6
Abb. 5	Links: Kesslergrundel ( <i>Ponticola kessleri</i> ).....	7
Abb. 6	Rechts: Nackthalsgrundel ( <i>Babka gymnotrachelus</i> ).....	7
Abb. 7	Links: Marmorgrundel ( <i>Proterorhinus semilunaris</i> ).....	7
Abb. 8	Rechts: Schwarzmundgrundel ( <i>Neogobius melanostomus</i> ). .....	7
Abb. 9	Rotaug ( <i>Rutilus rutilus</i> ). .....	7
Abb. 10	Untersuchungsstrecke im Bereich von Aschach an der Donau. Die farbigen Striche stellen die befischte Uferlinie dar, der blaue Pfeil symbolisiert die Fließrichtung und das rote Oval die Messstelle des Umweltbundesamtes (HOHENBLUM et al. 2015). .....	9
Abb. 11	Untersuchungsstrecke im Bereich Linz. Die farbigen Striche stellen die befischte Uferlinie dar und der blaue Pfeil symbolisiert die Fließrichtung. ....	10
Abb. 12	Untersuchungsstrecke im Bereich von Grein an der Donau. Die farbigen Striche stellen die befischte Uferlinie dar und der blaue Pfeil symbolisiert die Fließrichtung. ....	11
Abb. 13	Verwendetes Fangboot: Am Bug ist der Anodenrechen an zwei Auslegern befestigt und bootsmittig werden Stahlseilspinnen als Katoden mitgeführt.....	12
Abb. 14	Karpfen ( <i>Cyprinus carpio</i> ) aus der Donau im Großraum Aschach an der Donau. ....	15
Abb. 15	Links: Ukrainisches Bachneunauge ( <i>Eudontomyzon mariae</i> ). Das abgebildete Individuum befand sich zum Zeitpunkt des Fanges in der Metamorphose vom Querder, dem Larvenstadium der Neunaugen, zum Adulttier. ....	15
Abb. 16	Rechts: Juveniler Schied ( <i>Aspius aspius</i> ).....	15
Abb. 17	Links: Juveniler Frauenerfling ( <i>Rutilus virgo</i> ). .....	16
Abb. 18	Rechts: Juveniler Schrätzer ( <i>Gymnocephalus schraetser</i> ). .....	16
Abb. 19	Längenklassenverteilung der indifferenten Fischarten Aitel ( <i>Squalius cephalus</i> , blaue Balken) und Rotaug ( <i>Rutilus rutilus</i> , rote Balken), $n_{\text{ges}} = 93$ . .....	17



Abb. 20	Längenklassenverteilung der Freiwasserschicht Laube ( <i>Alburnus alburnus</i> ).....	17
Abb. 21	Längenklassenverteilung der neozoen Kesslergrundel ( <i>Ponticola kessleri</i> , blaue Balken), Nackthalsgrundel ( <i>Babka gymnotrachelus</i> , rote Balken) und Schwarzmundgrundel ( <i>Neogobius melanostomus</i> , grüne Balken), $n_{\text{ges}} = 91$ .....	18
Abb. 22	Links: Aitel ( <i>Squalius cephalus</i> ) aus der Donau bei Aschach an der Donau, mit der Fischnummer A239.....	18
Abb. 23	Rechts: Magen-Darminhalt des Aitels ( <i>Squalius cephalus</i> ) mit der Fischnummer A239. ....	18
Abb. 24	Links: Aitel ( <i>Squalius cephalus</i> ) aus der Donau bei Aschach an der Donau, mit der Fischnummer A118.....	19
Abb. 25	Rechts: Magen-Darminhalt des Aitels ( <i>Squalius cephalus</i> ) mit der Fischnummer A118. Die Überreste der Grundel sind in der Bildmitte zu sehen.....	19
Abb. 26	Links: Laube ( <i>Alburnus alburnus</i> ) aus der Donau bei Aschach an der Donau, mit der Fischnummer A054.....	19
Abb. 27	Rechts: Magen-Darminhalt der Laube ( <i>Alburnus alburnus</i> ) mit der Fischnummer A054. ....	19
Abb. 28	Links: Schwarzmundgrundel ( <i>Neogobius melanostomus</i> ) aus der Donau bei Aschach an der Donau, mit der Fischnummer A008.....	20
Abb. 29	Rechts: Magen-Darminhalt der Schwarzmundgrundel ( <i>Neogobius melanostomus</i> ) mit der Fischnummer A008. In der Bildmitte sind Flohkrebse ( <i>Gammaridae</i> ) zu sehen. ...	20
Abb. 30	Links: Kesslergrundel ( <i>Ponticola kessleri</i> ) aus der Donau bei Aschach an der Donau, mit der Fischnummer A099.....	20
Abb. 31	Rechts: Magen-Darminhalt der Kesslergrundel ( <i>Ponticola kessleri</i> ) mit der Fischnummer A099. In der Bildmitte ist der Kopf einer gefressenen Grundel zu erkennen.....	20
Abb. 32	Links: Wels ( <i>Silurus glanis</i> ) aus der Donau im Großraum Linz, mit einer Totallänge von 1.100 mm.....	21
Abb. 33	Rechts: Buchtstruktur im Donauabschnitt im Großraum Linz.....	21
Abb. 34	Perlfisch ( <i>Rutilus meidingeri</i> ), Symbolfoto. ....	22
Abb. 35	Längenklassenverteilung der indifferenten Fischarten Aitel ( <i>Squalius cephalus</i> , blaue Balken) und Rotaugen ( <i>Rutilus rutilus</i> , rote Balken), $n_{\text{ges}} = 48$ . ....	23



Abb. 36	Längenklassenverteilung der Freiwasserfischart Laube ( <i>Alburnus alburnus</i> ).....	24
Abb. 37	Längenklassenverteilung der neozoen Kesslergrundel ( <i>Ponticola kessleri</i> , blaue Balken) und Schwarzmundgrundel ( <i>Neogobius melanostomus</i> , grüne Balken), $n_{\text{ges}} = 94$ . .....	24
Abb. 38	Längenklassenverteilung der indifferenten Fischarten Aitel ( <i>Squalius cephalus</i> , blaue Balken) und Rotauge ( <i>Rutilus rutilus</i> , rote Balken), $n_{\text{ges}} = 90$ . .....	26
Abb. 39	Längenklassenverteilung der Freiwasserfischarten Laube ( <i>Alburnus alburnus</i> ).....	27
Abb. 40	Längenklassenverteilung der neozoen Kesslergrundel ( <i>Ponticola kessleri</i> , blaue Balken), Marmorgrundel ( <i>Proterorhinus semilunaris</i> , orange Balken) und Schwarzmundgrundel ( <i>Neogobius melanostomus</i> , grüne Balken), $n_{\text{ges}} = 90$ .....	27
Abb. 41	Links: Laube ( <i>Alburnus alburnus</i> ) aus der Donau im Großraum Grein mit der Nummer G047.....	28
Abb. 42	Rechts: Magen-Darminhalt der Laube ( <i>Alburnus alburnus</i> ) mit der Nummer G047. Das rote Oval markiert das Plastikpartikel.....	28
Abb. 43	Links: Plastikpellet aus dem Verdauungstrakt der Laube ( <i>Alburnus alburnus</i> ) mit der Nummer G047; Seitenansicht.....	28
Abb. 44	Rechts: Plastikpellet aus dem Verdauungstrakt der Laube ( <i>Alburnus alburnus</i> ) mit der Nummer G047; Seitenansicht auf Millimeterpapier. ....	28
Abb. 45	Links: Aitel ( <i>Squalius cephalus</i> ) aus der Donau im Großraum Grein mit der Nummer G066.....	29
Abb. 46	Rechts: Rechts: Magen-Darminhalt des Aitels ( <i>Sualius cephalus</i> ) mit der Nummer G066. Das rote Oval markiert das Plastikpartikel.....	29
Abb. 47	Links: Plastikpartikel der Kategorie „Film/Folie“ aus dem Verdauungstrakt des Aitels ( <i>Squalius cephalus</i> ) mit der Nummer G066. ....	29
Abb. 48	Rechts: Plastikpartikel der Kategorie „Film/Folie“ auf Millimeterpapier aus dem Verdauungstrakt des Aitels ( <i>Squalius cephalus</i> ) mit der Nummer G066. ....	29
Abb. 49	Speisefische aus der Donau bei Linz, gefangen vom Berufsfischer Franz Wiesmayr. .	30
Abb. 50	Längenverteilung der untersuchten Speisefische. ....	31
Abb. 51	Links: Magen-Darminhalt des Rotauges ( <i>Rutilus rutilus</i> ) mit der Nummer W042, der sich hauptsächlich aus Muschelresten und Schneckenhausfragmenten zusammensetzt.....	32



Abb. 52	Rechts: Magen-Darminhalt des Zanders ( <i>Sander lucioperca</i> ) mit der Nummer W020. Gut zu erkennen sind die Fragmente eines Fischrückgrats (rote Pfeile).....	32
---------	--	----

## **8 TABELLENVERZEICHNIS**

Tab. 1	Fangergebnis der Befischung im Großraum Aschach an der Donau und Kennwerte der Fischlänge (Mittelwert der Totallänge, Minimum- und Maximumlänge) pro Fischart. ..	14
Tab. 2	Untersuchte Fischarten und deren Individuenzahl. ....	16
Tab. 3	Fangergebnis der Befischung im Großraum Linz und Kennwerte der Fischlänge (Mittelwert der Totallänge, Minimum- und Maximumlänge) pro Fischart.....	22
Tab. 4	Untersuchte Fischarten und deren Individuenzahl. ....	23
Tab. 5	Fangergebnis der Befischung im Großraum Grein an der Donau und Kennwerte der Fischlänge (Mittelwert der Totallänge, Minimum- und Maximumlänge) pro Fischart. ..	25
Tab. 6	Untersuchte Fischarten und deren Individuenzahl. ....	26
Tab. 7	Name und Anzahl der Speisefische, die vom Berufsfischer Franz Wiesmayr gefangen und deren Magen-Darmtrakt zur Verfügung gestellt wurde und Kennwerte der Fischlänge (Mittelwert der Totallänge, Minimum- und Maximumlänge) pro Fischart. ..	30

