



# **STANDARDISIERTE BEFISCHUNG LAUERZERSEE**

---

Resultate der Erhebungen vom September 2018



## Impressum

### Auftraggeber

Kanton Schwyz  
Amt für Natur, Jagd und Fischerei  
Bahnhofstrasse 9  
6431 Schwyz

### Auftragnehmer

Aquabios GmbH  
Les Fermes 57  
CH-1792 Cordast  
Tel: +41 (0)78 835 73 71  
<http://www.aquabios.ch>

In Zusammenarbeit mit: Teleos Sàrl, RAF Design GmbH, ECQUA, Polli Natur + Dienste.

### Autoren

Pascal Vonlanthen: [p.vonlanthen@aquabios.ch](mailto:p.vonlanthen@aquabios.ch)  
Thomas Kreienbühl: [thomas.kreienbuehl@ecqua.ch](mailto:thomas.kreienbuehl@ecqua.ch)  
Guy Périat: [periat@teleos.info](mailto:periat@teleos.info)

**Zitiervorschlag:** Vonlanthen, P., Kreienbühl, T., Périat, G., 2019 Standardisierte Befischung Lauerzersee - Resultate der Erhebungen vom September 2018. Aquabios GmbH. Auftraggeber: Kanton Schwyz, Abteilung Natur, Jagd und Fischerei, Schwyz.

**Foto Titelseite:** Sicht über den Lauerzersee.

### Verdankungen

Wir bedanken uns beim Amt für Natur, Jagd und Fischerei des Kantons Schwyz für den Auftrag. Bei André Dettling, Kuno von Wattenwyl, Jonathan Paris, Hervé Décourcière, Daniel Schlunke, Timon Polli, François Degiorgi und Erwin Schaeffer für die tatkräftige Mitarbeit bei den Feldarbeiten. Bei den lokalen Fischern bedanken wir uns für die Gastfreundschaft und ihre Hilfe bei den Feldarbeiten sowie die interessanten Diskussionen.

# Inhaltsverzeichnis

<b>1</b>	<b>ZUSAMMENFASSUNG</b>	<b>4</b>
<b>2</b>	<b>AUSGANGSLAGE</b>	<b>5</b>
2.1	NOTWENDIGKEIT VON STANDARDISIERTEN AUFNAHMEN DER FISCHE	5
2.2	ALLGEMEINES ZU FISCHEN ALS INDIKATOREN FÜR DEN ZUSTAND EINES GEWÄSSERS	5
2.3	ZIELE DER STANDARDISIERTEN BEFISCHUNG DES LAUERZERSEES	6
2.4	DER LAUERZERSEE	6
<b>3</b>	<b>METHODEN</b>	<b>7</b>
3.1	HABITATKARTIERUNG	7
3.2	BEFISCHUNG	8
3.3	DATENERFASSUNG UND SAMMLUNG VON PROBEN	11
3.4	ZUSÄTZLICH EINBEZOGENE DATEN	11
<b>4</b>	<b>RESULTATE</b>	<b>12</b>
4.1	PHYSIKALISCHE UND CHEMISCHE BEURTEILUNG DES SEES	12
4.2	HABITATKARTIERUNG	13
4.3	STANDARDISIERTE ABFISCHUNG	16
4.4	FISCHEREILICHE ASPEKTE	28
4.5	VERGLEICHE MIT ANDEREN SEEN	31
<b>5</b>	<b>SYNTHESE</b>	<b>33</b>
5.1	ÖKOLOGISCHE BEWERTUNG DES LAUERZERSEES	33
5.2	FISCHEREILICHE NUTZUNG	35
<b>6</b>	<b>SCHLUSSFOLGERUNGEN UND EMPFEHLUNGEN</b>	<b>36</b>
<b>7</b>	<b>GLOSSAR</b>	<b>37</b>
<b>8</b>	<b>LITERATURVERZEICHNIS</b>	<b>39</b>
<b>9</b>	<b>ANHANG</b>	<b>40</b>
9.1	TIEFENVERTEILUNG DER FÄNGE	40
9.2	GEOGRAFISCHE VERTEILUNG	45
9.3	LÄNGENSELEKTIVITÄT VON MASCHENWEITEN	48

# 1 Zusammenfassung

In den Schweizer Voralpenseen leben überdurchschnittlich viele endemische Fischarten, für welche die Schweiz eine ganz besondere Verantwortung trägt. Um ein Ökosystem mit den darin lebenden Organismen schützen und erhalten zu können, muss dessen Zustand bekannt sein. Seit dem Jahr 2010 wurden mit dem Forschungsprojekt «Projet Lac» in den grossen und teils auch tiefen Alpenrand- und Mittellandseen umfassende und standardisierte Aufnahmen des Fischbestands durchgeführt. Anhand dieser Aufnahmen lässt sich die Entwicklung des Fischbestands in den Seen künftig genau verfolgen, wenn die Datenerhebungen mittel- bis langfristig regelmässig wiederholt werden. Der vorliegende Bericht umfasst exemplarisch sämtliche Ergebnisse der Befischungen, die im Lauerzersee vom 3 bis 6. September 2018 durchgeführt wurden.

Der Lauerzersee ist heute ein flacher, meso- bis leicht eutropher See mit Tendenz zur morphologischen Eutrophierung. Durch die geringe Ausdehnung des Pelagials und die hohe Produktivität führt der Abbau von organischem Material im Tiefenwasser zu einer starken Sauerstoffzehrung. Insgesamt wird der limnologische Zustand als stark beeinträchtigt beurteilt.

Die Habitatkartierung des Lauerzersees zeigt im Litoral einen hohen Anteil an strukturierten Habitaten. Diese bieten den Fischen am Ufer gute Versteckmöglichkeiten. Insgesamt ist die litorale Habitatvielfalt im Lauerzersee hoch. Ca. 40 % der Ufer sind jedoch verbaut. Das ökologische Potenzial für Uferrenaturierungen ist vorhanden und viele Fisch-

arten würden davon profitieren. Dieses Potential liegt insbesondere auch im Mündungsbereich von Zuflüssen, die teilweise durch Kiesentnahmen beeinträchtigt sind, was die natürliche Deltaausbildung im See derzeit verhindert.

Die Fischartenzusammensetzung im Lauerzersee wird als leicht bis mässig beeinträchtigt bezeichnet. Das liegt vor allem an der recht hohen Biomasse von standortfremden Fischarten. Zudem können Fische die tiefen Bereiche des Sees mindestens im Sommer nicht mehr nutzen, weil der Sauerstoff in diesem Bereich des Sees fehlt. Das erschwert oder verhindert das Überleben von kalt-stenothermen Arten. Der fischökologische Zustand wird daher als beeinträchtigt eingestuft.

Die Ergebnisse der standardisierten Befischung zeigen aber auch, dass die fischereiliche Nutzung des Lauerzersees nachhaltig erfolgt. Die Fangerträge der Angelfischer sind im schweizweiten Vergleich hoch. Der See ist im heutigen Zustand aus fischereilicher Sicht attraktiv. Besatzmassnahmen zum Erhalt der Bestände sind nicht notwendig.

Auch wenn der Lauerzersee heute aus fischereilicher Sicht attraktiv ist, weist der Fischbestand aus fischökologischer Sicht also Defizite auf, die durch Gewässerschutzmassnahmen behoben oder zumindest vermindert werden können. Die Sanierung des limnologischen Seezustands sollte also vorangetrieben werden. Dies umso mehr da der Zustand der Wasserqualität des Sees in den letzten Jahren unverändert geblieben ist und sich leider nicht mehr verbessert hat.

## 2 Ausgangslage

### 2.1 Notwendigkeit von standardisierten Aufnahmen der Fische

In den Schweizer Voralpenseen leben überdurchschnittlich viele endemische Fischarten [1, 2], für welche die Schweiz eine ganz besondere Verantwortung trägt. Gemäss Zweckartikel des Bundesgesetzes über die Fischerei (Art. 1 Abs. 1 Bst. a BGF, SR 923.0) soll die natürliche Artenvielfalt und der Bestand einheimischer Fische, Krebse und Fischnährtiere sowie deren Lebensräume erhalten, verbessert oder nach Möglichkeit wiederhergestellt werden. Die Kantone sind dabei gemäss Art. 10 Abs. 1 der Verordnung zum Bundesgesetz über die Fischerei (VBGF, SR 923.01) verpflichtet, die Gewässerabschnitte auf ihrem Gebiet zu bezeichnen, in denen Fische und Krebse mit dem Gefährdungstatus 1-3 leben.

Ein Ökosystem mit den darin lebenden Organismen kann nur geschützt und erhalten werden, wenn dessen Zustand bekannt ist. Seit 2010 wurden mit dem Forschungsprojekt «Projet Lac» umfassende und standardisierte Aufnahmen des Fischbestands

in den grossen und tieferen Alpenrandseen durchgeführt. Bis dahin beruhte das Wissen hauptsächlich auf Erfahrungen der Behörden und der Fischer, Einzelbeobachtungen, gezielten Monitorings (z.B. Felchenmonitorings) und artspezifischen wissenschaftlichen Studien.

Die Resultate des „Projet Lac“ ergänzen dieses Wissen. Dabei kamen auch teilweise überraschende Erkenntnisse an den Tag. So wurden beispielsweise, durch den Einsatz von genetischen Methoden bisher nicht bekannte Arten entdeckt. Die Untersuchungen lieferten auch Erkenntnisse bezüglich Habitatnutzung, absoluten bzw. relativen Häufigkeiten und Längenzusammensetzung der einzelnen Fischarten. Zudem kann die längerfristige Entwicklung des Fischbestands in einem See mit den Daten des «Projet Lac» detaillierter und genauer verfolgt werden.

Verwendete Fachbegriffe sind im Glossar (Kapitel 7) erklärt.

### 2.2 Allgemeines zu Fischen als Indikatoren für den Zustand eines Gewässers

Die Artenzusammensetzung der Fischgemeinschaft eines Gewässers stellt einen hervorragenden Indikator für den Status eines Ökosystems dar [3, 4]. Hervorzuheben sind diesbezüglich folgende Punkte:

- Fische sind im Vergleich zu Insekten oder Algen langlebig und widerspiegeln deshalb Effekte über einen langen Zeitraum.
- Fische nutzen ein grosses Nahrungsspektrum, das in Form von Anpassungen an unterschiedliche Nahrungsnischen verdeutlicht wird.
- Kenntnisse der Wasserqualitätsansprüche verschiedener Altersklassen von verschiedenen Fischarten ermöglicht eine Aussage über die Wasserqualität.

- Kenntnisse über die ökologische Nische verschiedener Altersklassen von verschiedenen Fischarten können durch ihr Vorhandensein/ihre Abwesenheit eine Aussage über Lebensraumeigenschaften ermöglichen.

Standardisierte und reproduzierbare Aufnahmen sind notwendig, um Fischgemeinschaften erfolgreich als Bioindikator nutzen zu können. Da sich Fische räumlich bewegen, müssen diese standardisierten Aufnahmen gleichzeitig in allen Bereichen des Stillgewässers durchgeführt werden. Aus diesem Grund sind standardisierte Befischung der Seen recht aufwendig und wurden in der Schweiz früher nicht durchgeführt.

## 2.3 Ziele der standardisierten Befischung des Lauerzersees

Die Feldarbeiten des «Projet Lac» wurden Ende 2014 abgeschlossen. 2017 und 2018 wurde im Rahmen einer BAFU-Studie die «Projet Lac» Befischungsmethode weiterentwickelt, um den Aufwand und die Fischmortalität zu verringern, ohne die Datenqualität zu schmälern. Durch diese methodische Weiterentwicklung ergab sich für die Kantone 2017 und 2018 die Gelegenheit, bisher nicht untersuchte Seen mit der neuen, leicht angepassten Methode untersuchen zu lassen. Die Ziele für die standardisierte Befischung des Lauerzersees waren:

- Erhebung der Artenvielfalt sowie der Häufigkeit einzelner Fischarten im See.

## 2.4 Der Lauerzersee

Der Lauerzersee nimmt eine Fläche von 3.1 km<sup>2</sup> ein und liegt im Kanton Schwyz auf einer Höhe von 447 m.ü.M. Der See hat eine maximale Tiefe von 16 m und gehört damit zu den flachsten Seen der Schweiz, die bisher untersucht wurden. Ausserdem verfügt der See über eine geringe Wasseraufenthaltszeit (< 1 Jahr) und eine starke Trübung [5]. Die Seeweren (Abfluss) vermag den bei starken Niederschlägen erhöhten Zufluss nicht abzuleiten, was im See zu starken Wasserspiegelschwankungen führt [6]. Aufgrund seiner geringen Tiefe und im Vergleich sehr hohen Sedimentationsrate wird prognostiziert, dass der Lauerzersee in 1000 Jahren verlandet sein wird. Heute fasst der Lauerzersee ca. 23.4 Mio. m<sup>3</sup> Wasser.

Das Einzugsgebiet des Lauerzersees umfasst ca. 70 km<sup>2</sup>. Der wichtigste Zufluss ist die Steiner Aa (Abbildung 2-1). Sie mündet unterhalb von Steinen in den Lauerzersee. Weitere wichtige Zuflüsse sind der Goldbach, Chapfbach, Chlausenbach, Schornerbach, Gründelisbach und Siechenbach. Der Seeausfluss, die Seeweren, fliesst über die Muota in den

- Darstellung der evidenten Zusammenhänge zwischen Umweltfaktoren (z.B. Sauerstoffgehalt im Tiefenwasser, Temperatur, Produktivität) und Artenvielfalt
- Erstellung einer standardisierten Aufnahme des Fischbestands, die mit anderen Seen und im Lauerzersee in Zukunft verglichen werden kann.

Der vorliegende Bericht umfasst sämtliche Ergebnisse der Befischungen, die im Lauerzersee vom 3. bis zum 6. September 2018 durchgeführt wurden. Der Fokus der Auswertungen liegt auf der Artenzusammensetzung und der Habitatnutzung der einzelnen Fischarten.

Vierwaldstättersee. Der mittlere Abfluss des Lauerzersees liegt bei 3.1 m<sup>3</sup>s<sup>-1</sup>.

Eine tektonische Rippe, trennt den See in zwei Becken. Im See liegen zwei Inseln, die bewohnte Insel Schwanau, auf die man per Fähre gelangt, und die nicht bewohnte Insel Roggenburg. Am westlichen Ufer liegt eine ausgedehnte Moorlandschaft von nationaler Bedeutung, die durch einen Felssturz im Jahr 1806 entstanden ist. In dem Gebiet liegt das Naturschutzgebiet Lauerzersee-Sägel-Schutt von Pro Natura.



**Abbildung 2-1.** Der Lauerzersee sowie die Steiner Aa (Grafik © Wikimedia).

## 3 Methoden

### 3.1 Habitatkartierung

In einem ersten Schritt der Datenerhebung wurden die fischrelevanten und unter Wasser liegenden Habitate kartiert. Fische verteilen sich nicht zufällig über die verschiedenen Habitattypen, sondern halten sich in gewissen Habitaten oder Tiefen zu bestimmten Zeitpunkten im Jahr häufiger auf [7]. Je nach Fischart können sich die bevorzugten Habitattypen unterscheiden.

Der Lauerzsee wurde für die Habitatkartierung mittels Seegrundvermessung (Bathymetrie) in drei Einheiten unterteilt, jeweils mit Benthal und Pelagial [8]:

- Die litorale Zone, die im Durchschnitt bis in eine Tiefe von 6 m reicht.
- Die sublitorale Zone, die „der Halde“ innerhalb eines Sees entspricht (6-20 m).
- Die zentrale (inkl. profundalen) Zone (> 20 m).

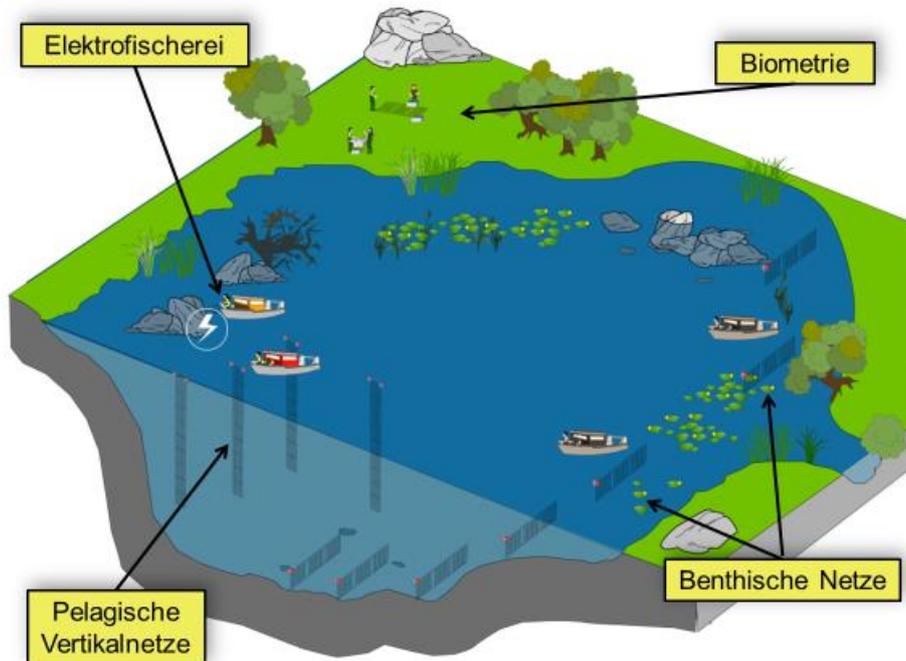
Die litorale Zone bis zu einer Tiefe von < 3 m wurde zudem von einem Boot aus und mit Hilfe von Luftaufnahmen mit QGIS kartiert (Abbildung 3-1). Die Ufer werden, sobald die Uferlinie durch Blockwürfe, Mauern (Abbildung 3-1) usw. gesichert sind oder eine hohe Bootsdicke (offene Bootsanlegestellen im See mit sichtbaren baulichen Massnahmen) aufweisen, als künstlich bezeichnet. Eingezäunte Schilfbestände und Boote, die im freien Wasser an Bojen fixiert sind, werden als naturnahe Ufer eingestuft.



**Abbildung 3-1.** Links: Kartierung der Uferhabitate vor Ort im See. Rechts: Beispiel eines hart verbauten Ufers.

## 3.2 Befischung

### 3.2.1 Pelagische Multimaschen-Kiemennetze (Vertikalnetze)



**Abbildung 3-2.** Oben: Schematische Darstellung der durchgeführten Befischungs- und Untersuchungsmethoden. Unten links: Vertikales Multimaschennetz abgewickelt von einem Schwimmkörper. Mit diesem Netz wird die gesamte Seetiefe vom Seegrund bis zur Oberfläche befischt. Unten rechts: Entnahme der Fische aus einem Vertikalnetz. Dabei wird neben Art und Länge auch die Tiefe, in denen die Fische gefangen wurden, erfasst

Die im Rahmen der standardisierten Befischungen eingesetzten vertikalen Multimaschennetze haben sich im Rahmen des «Projet Lac» bewährt. Diese Multimaschennetze fischen jeweils vom Seegrund bis zur Oberfläche. Folgende der CEN-Norm (CEN prEN 14757 [9]; im vorliegenden Dokument als CEN-Norm angesprochen) entsprechenden Maschenweiten wurden auf sechs Vertikalnetze verteilt eingesetzt. Die Höhe des Vertikalnetzes entspricht jeweils

der Tiefe des Sees am befischten Standort. Die Breite des Netzblatts pro Maschenweite ist in Klammern angegeben:

- **Netz 1:** MW 6.25 mm (0.5 m), MW 8 mm (0.5 m), MW 10 mm (1.0 m)
- **Netz 2:** MW 12.5 mm (1.0 m), MW 15.5 mm (1.0 m)

- **Netz 3:** MW 19.5 mm (1.0 m), MW 24 mm (1.0 m)
- **Netz 4:** MW 29 mm (1.0 m), MW 35 mm (1.0 m)
- **Netz 5:** MW 43 mm (2.0 m)
- **Netz 6:** MW 55 mm (2.0 m)

Alle sechs Vertikalnetze werden jeweils als Netzgruppe nebeneinander an derselben Stelle im See mit derselben Tiefe gesetzt. Um die geografische und tiefenbedingte Variabilität in der Verteilung der Fische im See zu erfassen, werden mehrere Netzgruppen gesetzt. Dies geschieht jeweils in unterschiedlichen Tiefen und an unterschiedlichen Standorten im See. Eine Gruppe von sechs Netzen verbleibt etwa 20 bis 24 Stunden im See, bevor sie wieder gehoben wird. Die Zeit, die eine Netzgruppe im Wasser verbringt, wird protokolliert. Beim Heben der Netze wird neben der Fischart und der

### 3.2.2 Benthische Multimaschen-Kiemennetze

Auch die benthischen Multimaschen-Kiemennetze weisen die von der CEN-Norm geforderten Maschenweiten auf. Die Höhe des Netzblatts pro Maschenweite beträgt 1.5 m, die Breite des Netzblatts ist jeweils in Klammern angegeben: 5 mm (50 cm), 6.25 mm (75 cm), 8 mm (1 m), 10 mm (1 m), 12.5 mm (1.5 m), 15.5 mm (2 m), 19.5 mm (2.5 m), 24 mm (2.5 m), 29 mm (3 m), 35 mm (3.5 m), 43 mm (4 m), 55 mm (5 m).

Die benthischen Multimaschennetze werden über Nacht (ca. 14 Stunden) in verschiedenen Tiefen eingesetzt. Jedes Netz ist individuell markiert, um

Fischlänge auch die Fangtiefe jedes Fisches auf einen Meter genau protokolliert (Abbildung 3-2).

Diese Methode wird im «Projet Lac» als Vertikalnetz-Methode bezeichnet. Sie wurde an der Universität Besançon konzipiert [7] und durch die EAWAG, das BAFU und die Büros Aquabios GmbH und Teleos sàrl weiterentwickelt. Für die Standardisierung der Daten wird die Netzfläche pro Maschenweite herangezogen. Das ermöglicht, unter Beachtung der eingesetzten Zeit, die Berechnung des Fangaufwandes resp. von CPUE-Werten (engl. für Fang pro Aufwandseinheit). Beim NPUE wird die Anzahl der gefangenen Fische mit dem Fangaufwand (Netzfläche) in Beziehung gesetzt. Beim BPUE wird mit Blick auf die Biomasse der gefangenen Fische genau gleich vorgegangen wie beim NPUE.

zurückzuerfolgen, in welchem Netz, an welchem Standort, in welcher Tiefe und in welcher Maschenweite ein Fisch gefangen wurde. Die geografische Verteilung der Netze im See erfolgte, wie von der Norm vorgesehen, zufällig [10].

Die Anzahl benthischer Netze, die im Lauerzersee pro Tiefenzone zu setzen waren, sind in der CEN-Norm wie folgt definiert:

- 0-3 m: 10 Netze
- 3-6 m: 10 Netze
- 6-12 m: 10 Netze
- 12-14 m: 10 Netze



**Abbildung 3-3.** Setzen eines benthischen Netzes.

### 3.2.3 Elektrische Befischungen

Die zuvor bei der Kartierung erfassten Habitate im Uferbereich, die eine geringe Wassertiefe aufweisen (bis 1 m) werden an verschiedenen Standorten mehrmals elektrisch befishcht. Für jede Befischungsaktion wird eine kurze Strecke entweder zu Fuss oder mit dem Boot befishcht. Die Länge der befishchten Strecke wird für die Standardisierung der Daten (CPUE) herangezogen.

Insgesamt und bezogen auf die Artenvielfalt ergänzen sich die Elektrofischereifänge und die Netzfänge



**Abbildung 3-4.** Links: Elektrische Befischung der Insel Roggenburg, die vom Boot aus durchgeführt wird; Rechts: Befischung von Steinblöcken zu Fuss.

### 3.2.4 Vorteile und Grenzen der Befischungsmethode mit standardisierten Netzen

Mit der angewandten Befischungsmethode soll ein möglichst realitätsnahes und reproduzierbares Abbild des Fischbestands eines Sees erfasst werden. Befischungsaufwand und Zeitpunkt werden so bestimmt, dass die Resultate mit anderen Seen verglichen werden können (Zeitpunkt August-Oktober; Befischung an mindestens drei Tagen).

Anhand dieses standardisierten Ansatzes können CPUE-Werte berechnet werden. Ausserdem werden Maschenweiten verwendet, die Berufsfischer nicht verwenden dürfen. Es wird auch an Orten und in Tiefen gefischt, die Berufsfischer meiden. Bei der intensiven und aufwendigen Beprobung handelt es sich also um eine Momentaufnahme des Fischbestands, die während der Schichtung des Sees und ausserhalb der Fortpflanzungszeit der meisten Fischarten erhoben wird.

gut, da mit den Netzen Arten gefangen werden, die sich aktiv bewegen. Bei der Elektrofischerei hingegen werden insbesondere benthische Arten gefangen, die in strukturierten Uferbereichen Schutz suchen, während die im offenen Wasser stehenden Fische mehrheitlich fliehen. Ausserdem können einige Arten mit Netzen nicht effizient gefangen werden.

Dadurch weichen die Resultate auch von den Fischfangstatistiken ab. Ein Nachteil ist, dass die Befischung nur einmal in einem Jahr durchgeführt wird. Da sich das Verhalten der Fische je nach klimatischen Bedingungen und Nahrungsangebot im See ändern kann, und weil gewisse Fischarten und Grössenklassen einer Art mit Kiemennetzen besser gefangen werden als andere, weichen die realen Fischbestände von den erfassten ab.

Die Ergebnisse von verschiedenen Untersuchungen können aber zweifelsfrei verglichen werden, weil der Befischungsaufwand bekannt ist. Der Befischungsaufwand des CEN-Protokolls ist darauf ausgerichtet, dass Bestandesänderungen der dominanten Fischarten von 50 % detektiert werden können.

### 3.3 Datenerfassung und Sammlung von Proben

Alle im Lauerzersee gefangenen Fische wurden sofern möglich auf Artniveau bestimmt, vermessen und gewogen. Nicht zur Untersuchung gehörten die Erstellung von standardisierten Fotos, die Entnahme von DNA-Proben und von ganzen Fischen für die Wissenschaft. Von ausgewählten Individuen wurde

jedoch ein standardisiertes Foto gemacht und eine DNA-Gewebeprobe entnommen. Die gefangenen Fische wurden entweder verwertet oder als Tierfutter weiterverwendet.



Abbildung 3-5. Links: Messstation (Biometrie), wie sie im Feld im Einsatz war. Rechts: Beispiel eines standardisierten Fotos.

### 3.4 Zusätzlich einbezogene Daten

#### 3.4.1 Fischfangstatistik

Die Resultate der standardisierten Befischungen werden mit den Fängen der Angelfischer verglichen und für die spezifische Aswertung genutzt. Die kan-

tonalen Fangstatistiken wurden vom Bundesamt für Umwelt (BAFU) und vom Kanton Schwyz zur Verfügung gestellt.

#### 3.4.2 Chemische und physikalische Messreihen

Die verwendeten chemischen ( $P_{tot}$ ) und physikalischen (Temperatur, Sauerstoff) Messresultate wurden vom Kanton Schwyz zur Verfügung gestellt.

## 4 Resultate

### 4.1 Physikalische und chemische Beurteilung des Sees

#### 4.1.1 Wassertemperatur und Zirkulation

Im Sommer überschreitet die Wassertemperatur an der Oberfläche des Lauerzersees die 20°C-Marke regelmässig [6]. Deshalb kann der Lauerzersee als oberflächenwarmer See bezeichnet werden.

Im Winter kühlt der See gut aus und es kann sich eine Eisschicht bilden. Der See gilt als dimiktisch. Er zirkuliert vollständig einmal im Herbst und einmal im Frühjahr.

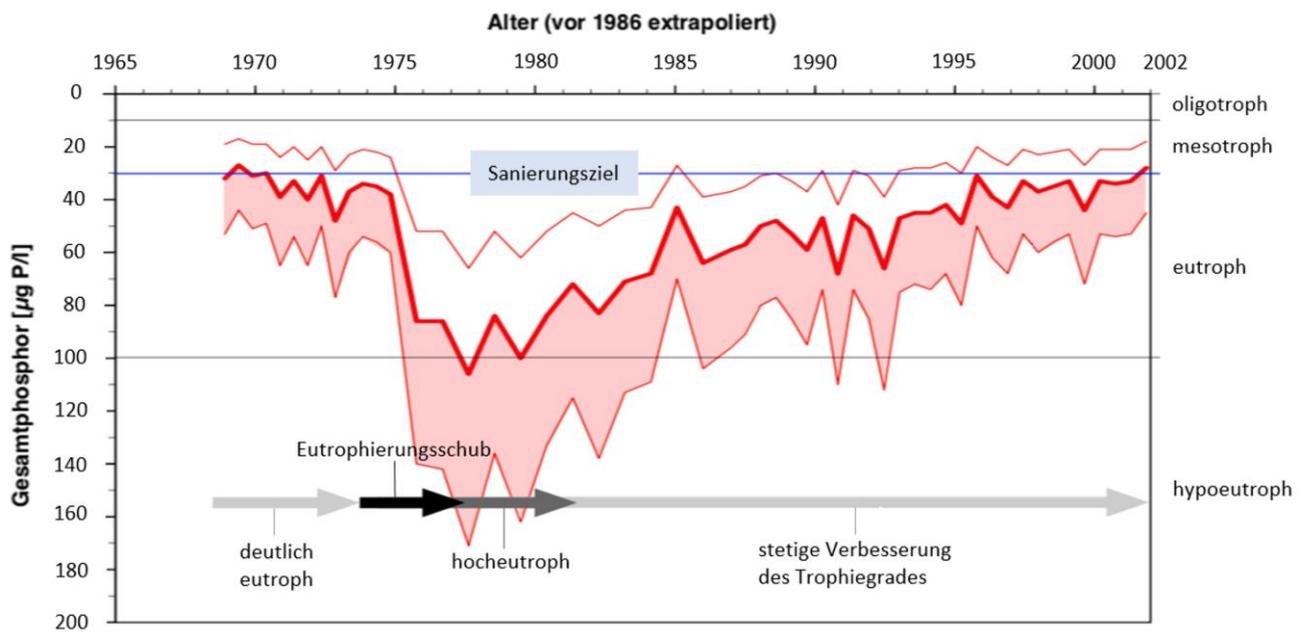
#### 4.1.2 Trophiegrad, Phosphor und Sauerstoff

Über den Zustand des Lauerzersees liegen umfangreiche Berichte vor. Nachfolgend beschränken wir uns auf eine kurze Zusammenfassung jener Berichte bzw. Berichtteile, die mit dem Projekt im Zusammenhang stehen.

suchungen aus den Jahren 2014 und 2015 ergaben keine Verbesserungen des Phosphathaushalts in den letzten 10 Jahren im Lauerzersee, dies nachdem der Regierungsrat entschieden hatte keine Sanierungsmassnahmen vorzusehen [6].

Gemäss einer Untersuchung im Auftrag des Kantons Schwyz war der Lauerzersee Anfang des 20. Jahrhundert wahrscheinlich mesotroph [11]. Danach entwickelte er sich zu einem eutrophen Gewässer [5] (Abbildung 4-1). Mitte der Siebzigerjahre fand ein beachtlicher Eutrophierungsschub statt. Danach galt er bis Mitte der Achtzigerjahre als hocheutropher See. Erst nach 1985 verbesserte sich sein Trophiegrad wieder. Entscheidend für den Rückgang des Phosphors im See war der Bau der Kläranlage Sattel und der Anschluss verschiedener Gemeinden an die Kläranlage Schwyz. Als Sanierungsziel des Lauerzersees wird ein schwach eutropher bis mesotropher Zustand angepeilt. Ein Bericht der EAWAG aus dem Jahr 2006 fordert als Sanierungsziel eine Reduktion von 34% des Orthophosphateintrages aus der Landwirtschaft [12]. Aktuelle Unter-

Der Lauerzersee gilt heute als meso- bis eutroph mit einer Tendenz zur morphologischen Eutrophierung [6]. Zwischen den Untersuchungen aus den Jahren 2004/2005 und 2014/2015 hat sich diese Einschätzung nicht geändert. Unter dem Begriff der morphologischen Eutrophierung wird ein See verstanden, der das im Epilimnion produzierte organische Material in einem Hypolimnion von geringem Volumen abbauen muss. Dadurch nimmt im Tiefenwasser die Sauerstoffkonzentration stark ab. Im Sommerhalbjahr kommt es im Tiefenwasser des Lauerzersee deshalb zu einem starken Sauerstoffmangel (< 4 mg/l). Als Tiefenwasser gilt im Lauerzersee das Wasser unterhalb von 5 m bis zum Grund.



**Abbildung 4-1:** Trophiegrad des Lauerzersees zwischen 1969 und 2002. Danach hat sich der Zustand des Gesamtphosphors nicht weiter zurückentwickelt (Quelle: [5]).

## 4.2 Habitatkartierung

Die Habitatkartierung des Litorals (Abbildung 4-2) zeigt für den Lauerzersee einen vergleichsweise hohen Anteil an strukturreichen Habitaten (Eimündungen von Zuflüssen, Blöcke, Vegetation, Totholz), die den Fischen Unterschlupf bieten (Abbildung 4-3). Zudem ist die litorale Habitatvielfalt recht hoch. Der Anteil des Litorals an der Seefläche ist sehr hoch (42.8% der Fläche mit einer Tiefe von 0 - 6 m), was an der flachen Struktur des Sees liegt.

Etwa 60% der Seeufer können heute als natürlich oder naturnah bezeichnet werden. 40% sind durch

Verbauungen anthropogen stark beeinträchtigt (Abbildung 4-4). Der Anteil dieser künstlichen Habitate an der Gesamtfläche der litoralen Habitate liegt bei knapp 5%. Dabei liegt der Anteil an Hafenanlagen und Stegen für Boote bei 1.1%, Blockwürfen bei 2.48%, hartverbauten Seeufern bei 0.46% und stark verbauten Zuflüsse und Abflüsse bei 0.96%. Die Verbauungen stehen damit grösstenteils in Zusammenhang mit Hafenanlagen sowie Strassen, Siedlungen und Hochwasserschutzbauten am Seeufer.

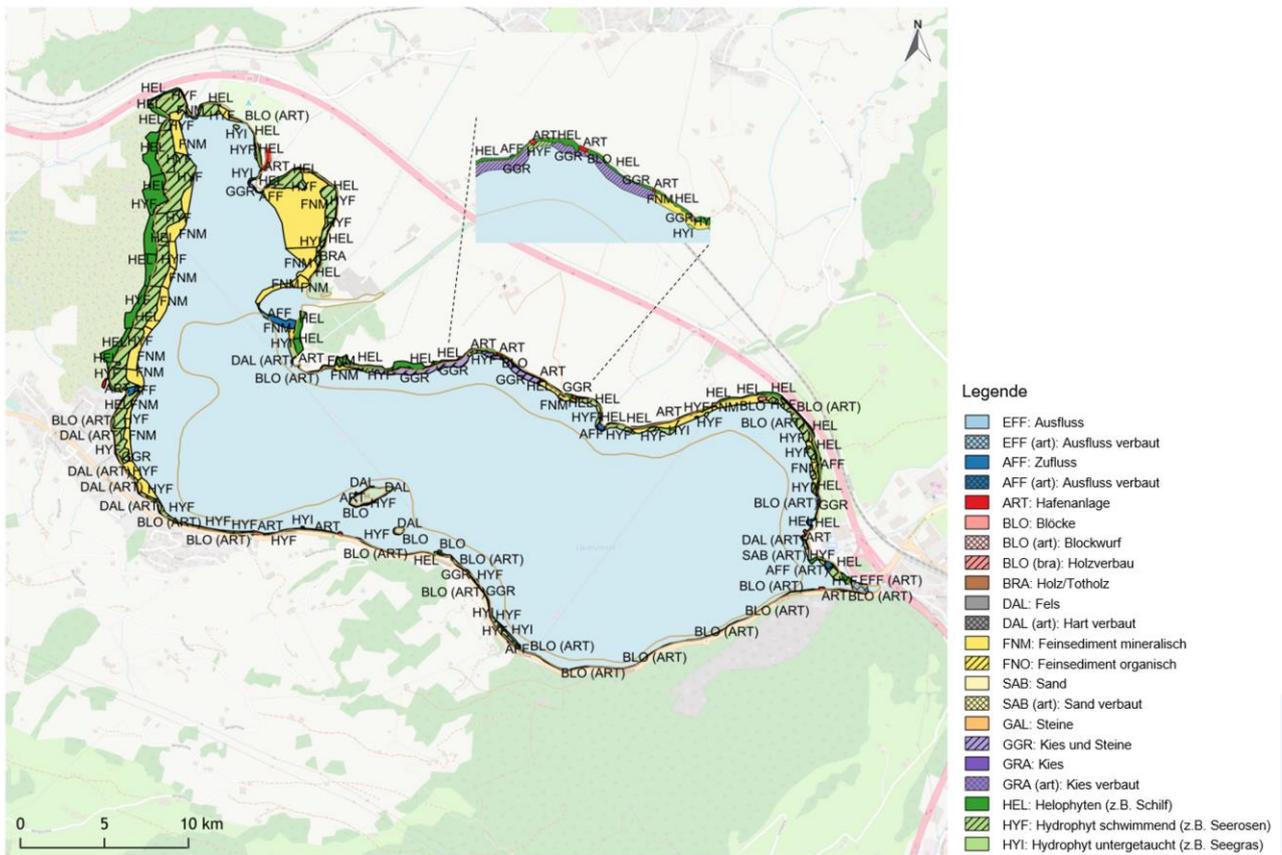


Abbildung 4-2. Karte der littoralen Habitate, die für die habitatspezifischen Befischungen des Lauerzersees im Feld festgestellt wurden (© openstreetmap; Bathymetrie © Swisstopo)..

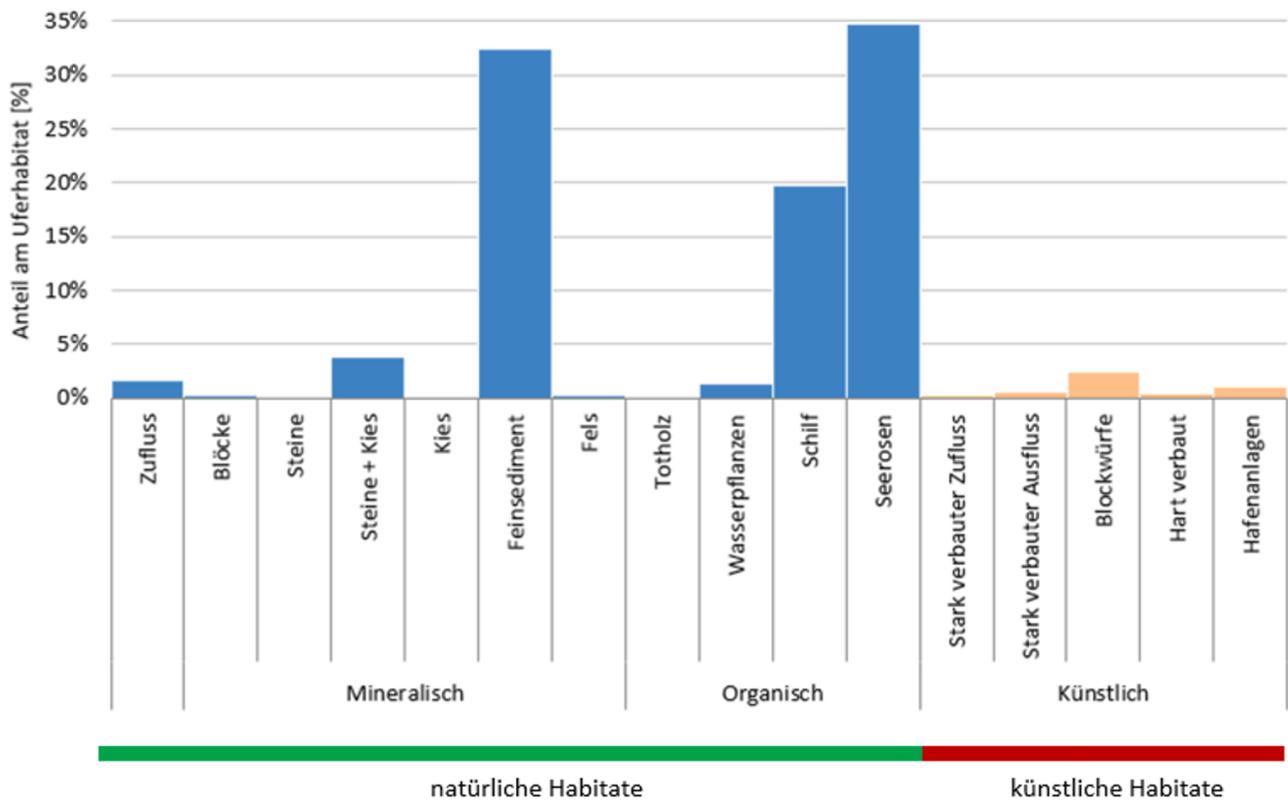


Abbildung 4-3. Flächenanteile der verschiedenen littoralen Habitate im Lauerzersee.

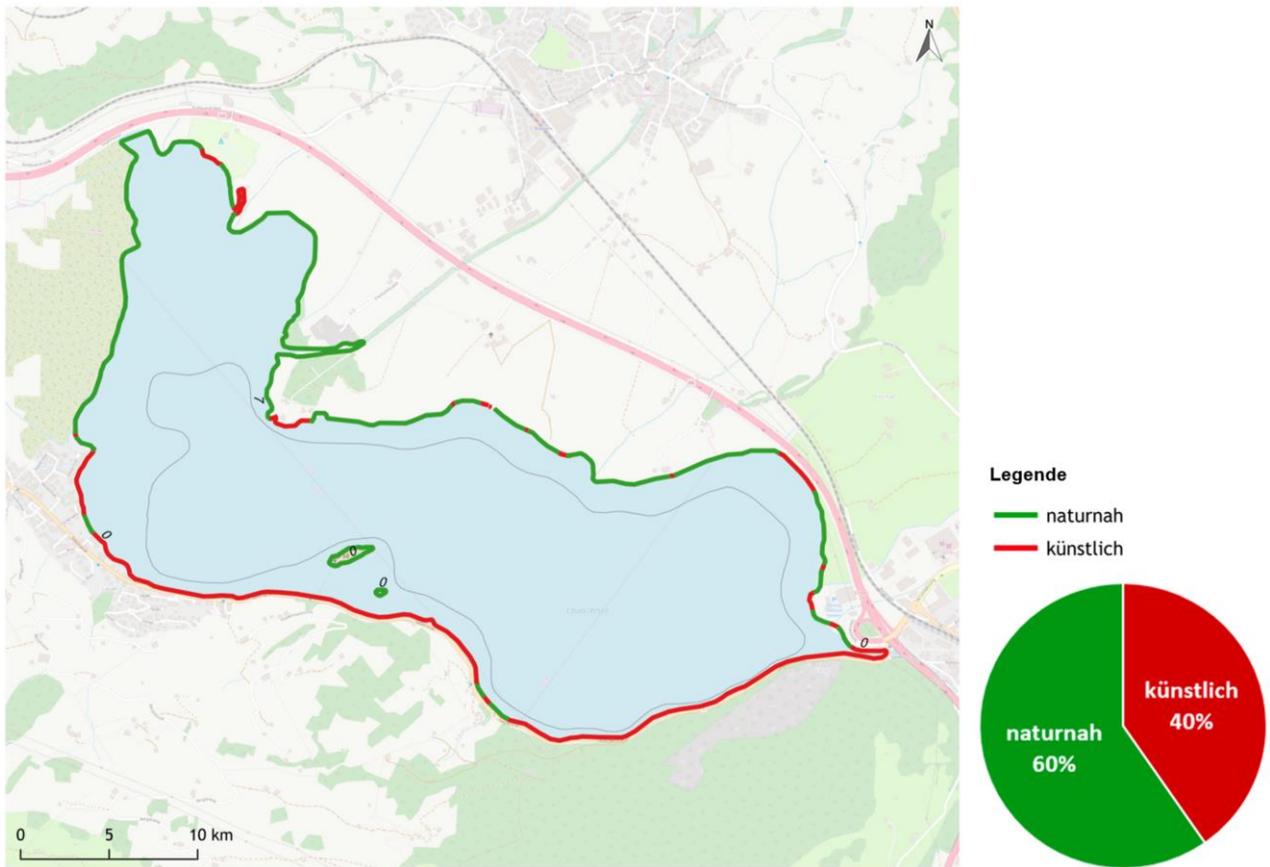


Abbildung 4-4. Verteilung der künstlichen und weitgehend naturnahen Uferlinie des Lauerzersees.

## 4.3 Standardisierte Abfischung

### 4.3.1 Standorte der Probenahmen

Während vier Tagen wurden im Lauerzersee insgesamt 52 benthische Netze und 12 pelagische Vertikalnetzgruppen (jeweils sechs Netze pro Gruppe) über Nacht eingesetzt. Zusätzlich wurden 61 Ufer-

strecken (14 zu Fuss, 47 mit dem Boot) elektrisch befishcht. Insgesamt sind 125 Befischungsaktionen durchgeführt worden (Abbildung 4-5).

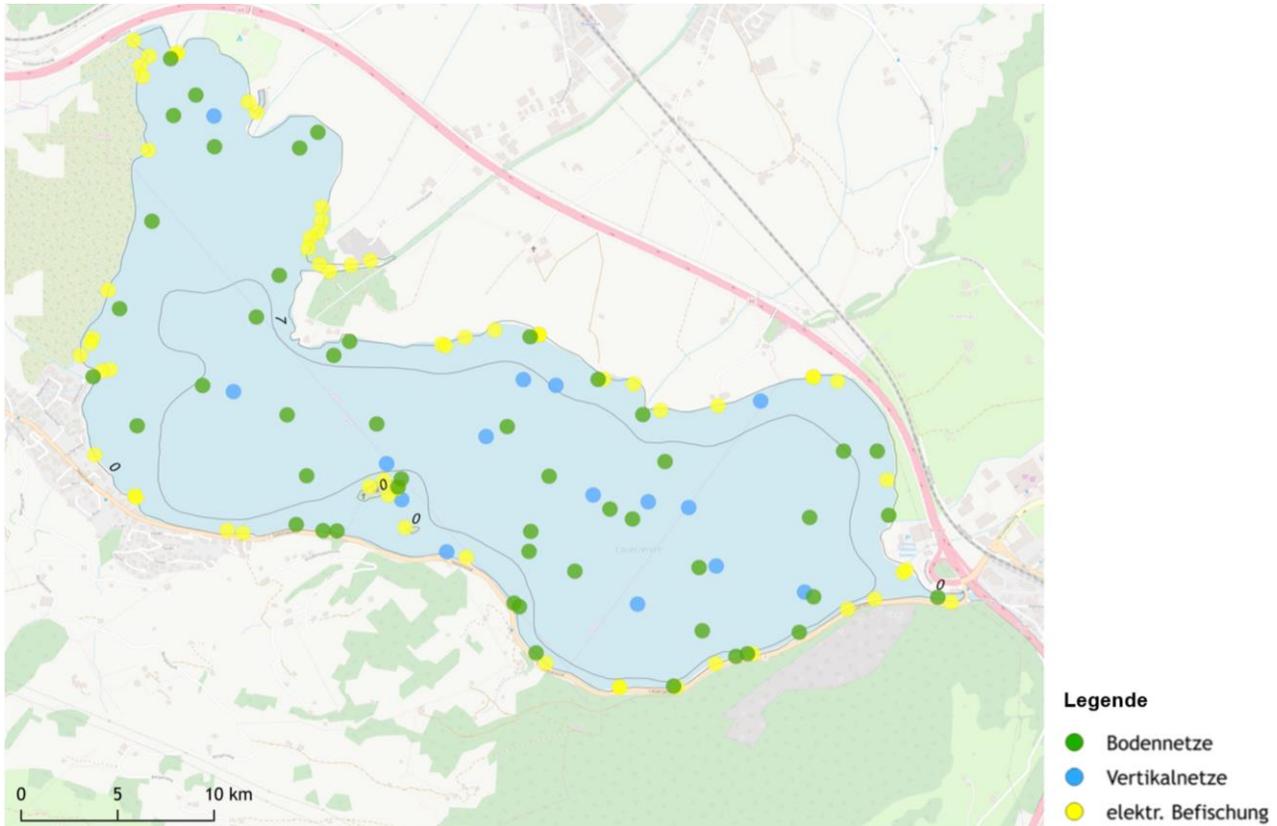


Abbildung 4-5. Karte der Befischungsstandorte des Lauerzersees (© openstreetmap, Bathymetrie: © Swisstopo).

### 4.3.2 Fischbestand und Artenvielfalt

Insgesamt wurden bei der Befischung im Lauerzersee 5'713 Fische aus 16 Fischarten (Rotfeder und Schwarzfeder werden hier als Artkomplex *Scardinus* sp. gezählt) sowie eine Krebsart gefangen (Tabelle 4-1). Über alle Fangmethoden gesehen waren Rotaugen mit 2'488 Individuen am häufigsten in den Fängen vertreten. Ebenfalls sehr häufig vertreten waren Flussbarsche (N=1858) und die standortfremden Kaulbarsche (N=537). Die Anzahl gefangener Zander war ebenfalls vergleichsweise hoch (N=184). Karpfen wurden ausschliesslich in benthischen Netzen nachgewiesen. Forellen und Bart-

grundeln hingegen wurden nur bei elektrischen Befischungen gefangen.

Die gesamte Biomasse des Fanges betrug 252.39 kg (Tabelle 4-1). Die Flussbarsche stellten den grössten Anteil an der gefangenen Biomasse (66.03 kg), gefolgt von den Rotaugen (48.53 kg), den Brachsmen (51.98 kg) und den Zandern (36.37 kg).

**Tabelle 4-1.** Zusammenstellung der Anzahl und der Biomasse der gefangenen Fische pro Art und für die verschiedenen Fangmethoden.

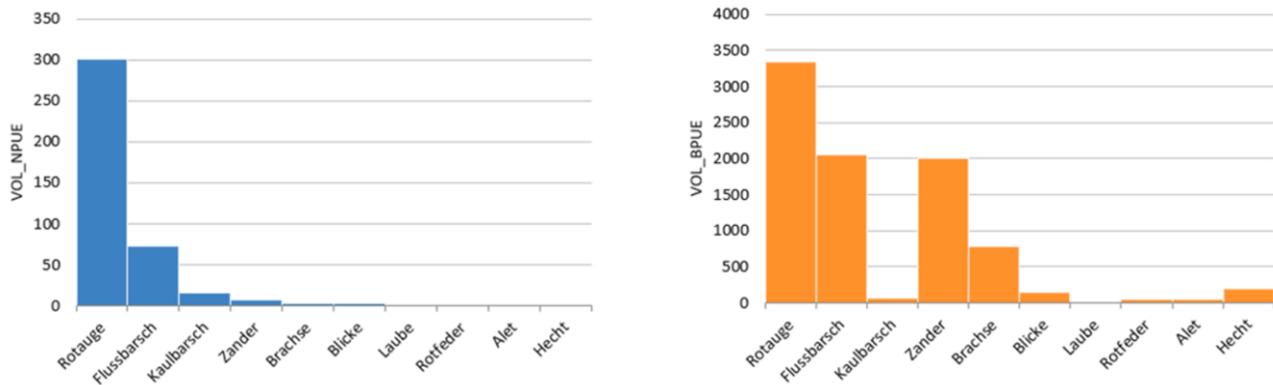
Fischart		Anzahl Individuen				Biomasse [kg]			
Deutsch	Lateinisch	Benth.	Elektr.	Vert.	Total	Benth.	Elektr.	Vert.	Total
Rotaugen	<i>Rutilus rutilus</i>	683	46	1759	2488	25.47	0.22	22.84	48.53
Flussbarsch	<i>Perca fluviatilis</i>	1372	32	454	1858	50.60	0.53	14.90	66.03
Kaulbarsch	<i>Gymnocephalus cernua</i>	393	81	63	537	1.99	0.24	0.28	2.51
Zander	<i>Sander lucioperca</i>	127	-	57	184	16.34	-	20.03	36.37
Brachse	<i>Abramis brama</i>	131	6	38	175	35.60	4.70	11.69	51.98
Blicke	<i>Blicca bjoerkna</i>	116	-	22	138	9.91	-	1.37	11.28
Sonnenbarsch	<i>Lepomis gibbosus</i>	12	102	-	114	0.24	1.29	-	1.53
Alet	<i>Squalius cephalus</i>	20	76	2	98	8.05	6.47	0.49	15.01
Rotfeder	<i>Scardinius sp</i>	35	2	6	43	4.13	0.01	1.33	5.47
Schleie	<i>Tinca tinca</i>	3	27	-	30	1.60	0.14	-	1.74
Gründling	<i>Gobio gobio</i>	6	11	-	17	0.05	0.04	-	0.09
Laube	<i>Alburnus alburnus</i>	5	1	7	13	0.10	0.00	0.07	0.18
Karpfen	<i>Cyprinus carpio</i>	6	-	-	6	0.45	-	-	0.45
Hecht	<i>Esox lucius</i>	4	1	1	6	4.68	0.24	6.25	11.17
Kammerkrebis	<i>Orconectes limosus</i>	3	1	-	4	0.04	0.00	-	0.04
Bartgrundel	<i>Barbatula barbatula</i>	-	1	-	1	-	0.01	-	0.01
Forelle	<i>Salmo sp.</i>	-	1	-	1	-	0.01	-	0.01
<b>Total</b>		<b>2916</b>	<b>388</b>	<b>2409</b>	<b>5713</b>	<b>159.25</b>	<b>13.89</b>	<b>79.25</b>	<b>252.39</b>
<b>Anzahl Arten</b>		<b>15</b>	<b>14</b>	<b>10</b>	<b>17</b>	<b>15</b>	<b>14</b>	<b>10</b>	<b>17</b>

#### 4.3.3 Volumenkorrigierte Fänge

Weder die Fische noch die zum Fang verwendeten Methoden waren zufällig im See verteilt. Anhand der vorliegenden Daten können Häufigkeit und Biomasse der einzelnen Fischarten mit der Verfügbarkeit der verschiedenen Habitaten (in diesem Fall handelt es sich um das vorhandene Volumen in den einzelnen Seekompartimenten) verrechnet werden [13].

Bei dieser Auswertung dominieren ebenfalls die Rotaugen die Fangzahlen, vor den Flussbarschen und den Kaulbarschen (Abbildung 4-6). Wird die Biomasse für die Volumenkorrektur herangezogen, dann dominieren noch immer die Rotaugen die Fänge, jedoch knapp gefolgt von Flussbarschen und Zandern. Danach folgen Brachsmen, Hecht und Blicke.

Die Resultate ändern sich also nicht grundlegend gegenüber den Rohdaten. Dies ist darauf zurückzuführen, dass die Ausdehnung des Pelagials im Lauerzersee eher gering ausfällt und in der Tiefe keine Fische gefangen wurden. Dadurch bewirkt diese Korrektur im Vergleich mit grösseren und tieferen Seen eher wenig.



**Abbildung 4-6.** Die Anzahl (VOL\_NPUE links, dabei handelt es sich um die Volumeneinheit des Sees und pro Netzfläche korrigierte Anzahl der gefangenen Fische) und die Biomasse (VOL\_BPUE rechts, dabei handelt es sich um die pro Volumeneinheit des Sees und pro Netzfläche korrigierte Biomasse der gefangenen Fische) der mit den Vertikalnetzen gefangenen Fische korrigiert für die Netzfläche und die Habitatverfügbarkeit. Detaillierte Erklärungen zu der Berechnungsmethode können aus der folgenden Publikation entnommen werden [13].

#### 4.3.4 Artenvielfalt

Bis heute wurden im ganzen See insgesamt 28 Fischarten dokumentiert. Davon gelten nach VBGF 25 Arten als einheimisch und drei als eingeführt (Zander, Sonnenbarsch und Schwarzfeder). Zwei weitere Arten werden als standortfremd eingestuft (Kaulbarsch, Felchen), wobei bei Felchen eine natürliche Besiedlung aus dem Vierwaldstättersee früher vermutlich möglich gewesen wäre.

Im Rahmen der standardisierten Befischungen wurden im Lauerzersee insgesamt 17 Fischarten gefangen (Tabelle 4-2). Davon sind 14 Arten im Lauerzersee nach VBGF heimisch und drei (Zander, Sonnenbarsch, Schwarzfeder) sind eingeführt. Elf der im See mindestens einmal nachgewiesenen Arten konnten also nicht gefangen werden (Aal, Felchen,

Groppe, Barbe, Nase, Hasel, Schneider, Trüsche, Bachneunauge, Seesaibling, Äsche).

Gemäss Auskünften des lokalen Fischereiaufsehers André Dettling ist für die Äsche ein Einstieg aus der Muota möglich, was die vereinzelt Fänge der Angelfischer erklären könnte. Barben sind aus der Seeweren bekannt und kommen auch im Bereich des Seeausflusses vor. Aale sind im See noch nachgewiesen, sind aber seit 2003 sehr selten. Bachneunaugen und Schneider kommen in den Seezuflüssen vor, könnten also selten auch im See vorkommen. Der Hasel scheint ausgestorben zu sein, da auch der Fischereibehörde keine rezenten Fänge bekannt sind. Trüsche, Seesaibling und Felchen dürften im See auch verschwunden sein.

**Tabelle 4-2.** Artenfundliste des Lauerzersees. Die Arten wurden aufgrund der Verordnung zum Bundesgesetz über die Fischerei als einheimisch oder eingeführt eingestuft. Da für den Lauerzersee keine verlässlichen historischen Informationen gefunden werden konnten, wurden nur die in Hartmann [14] und Steinmann[15] erwähnten Arten angegeben. Diese Liste ist aber mit grosser Wahrscheinlichkeit nicht komplett (daher in Klammern angegeben) und sollte mit Vorsicht interpretiert werden. Zudem wurden die nach Hartmann [14] und Nufer [16] im Vierwaldstättersee als standortgerecht eingestuft Arten im Lauerzersee auch als standortgerecht behandelt. Zudem wurden noch die im Fischatlas von 2003 [17], in den Daten vom CSCF und in der Fischfangstatistik erwähnten Arten berücksichtigt.

Fischart			Gefährdung VBGF	Ursprung VBGF	Ursprung im See	Nachweis der Fischart				
Familie	Art	Deutsch				Historisch	Fischatlas 1996-2001	CSCF 2003 / CSCF 2018	Fischereistatistik 1977-2018	Project Lac 2018
Anguillidae	<i>Anguilla anguilla</i>	<i>Aal</i>	3	Einheimisch	Standortgerecht		●	●	●	
Centrarchidae	<i>Lepomis gibbosus</i>	<i>Sonnenbarsch</i>	,	Eingeführt	Standortfremd		●	●		●
Coregonidae	<i>Coregonus</i> sp.	<i>Felchen, Art unbest.</i>	4, E	Einheimisch	Standortfremd <sup>1</sup>	(●)	●	●	●	
Cottidae	<i>Cottus gobio</i>	<i>Groppe</i>	4	Einheimisch	Standortgerecht		●	●		
Cyprinidae	<i>Abramis brama</i>	<i>Brachse</i>	NG	Einheimisch	Standortgerecht	(●)	●	●		●
Cyprinidae	<i>Alburnoides bipunctatus</i>	<i>Schneider</i>	3, E	Einheimisch	Standortgerecht <sup>2</sup>		●			
Cyprinidae	<i>Alburnus alburnus</i>	<i>Laube</i>	NG	Einheimisch	Standortgerecht		●			●
Cyprinidae	<i>Barbus barbus</i>	<i>Barbe</i>	4	Einheimisch	Standortgerecht	(●)	●	●		
Cyprinidae	<i>Blicca bjoerkna</i>	<i>Blicke</i>	4	Einheimisch	Standortgerecht <sup>3</sup>		●	●		●
Cyprinidae	<i>Chondrostoma nasus</i>	<i>Nase</i>	1, E	Einheimisch	Standortgerecht <sup>4</sup>			●		
Cyprinidae	<i>Cyprinus carpio</i>	<i>Karpfen</i>	3	Einheimisch	Standortgerecht	(●)	●	●	●	●
Cyprinidae	<i>Gobio gobio</i>	<i>Gründling</i>	NG	Einheimisch	Standortgerecht		●	●		●
Cyprinidae	<i>Leuciscus leuciscus</i>	<i>Hasel</i>	NG	Einheimisch	Standortgerecht	(●)	●	●		
Cyprinidae	<i>Rutilus rutilus</i>	<i>Rotauge</i>	NG	Einheimisch	Standortgerecht	(●)	●	●		●
Cyprinidae	<i>Scardinius erythrophthalmus</i>	<i>Rotfeder</i>	NG	Einheimisch	Standortgerecht	(●)	●	●		●
Cyprinidae	<i>Scardinius hesperidicus</i>	<i>Schwarzfeder</i>	NG	Eingeführt	Standortfremd					●
Cyprinidae	<i>Squalius cephalus</i>	<i>Alet</i>	NG	Einheimisch	Standortgerecht		●	●		●
Cyprinidae	<i>Tinca tinca</i>	<i>Schleie</i>	NG	Einheimisch	Standortgerecht	(●)	●		●	●
Esocidae	<i>Esox lucius</i>	<i>Hecht</i>	NG	Einheimisch	Standortgerecht	(●)	●	●	●	●
Gadidae	<i>Lota lota</i>	<i>Trüsche</i>	NG	Einheimisch	Standortgerecht		●	●	●	
Nemacheilidae	<i>Barbatula barbatula</i>	<i>Bartgrundel</i>	NG	Einheimisch	Standortgerecht	(●)				●
Percidae	<i>Gymnocephalus cernua</i>	<i>Kaulbarsch</i>	NG	Einheimisch	Standortfremd		●	●		●
Percidae	<i>Perca fluviatilis</i>	<i>Flussbarsch</i>	NG	Einheimisch	Standortgerecht	(●)	●	●	●	●
Percidae	<i>Sander lucioperca</i>	<i>Zander</i>	,	Eingeführt	Standortfremd				●	●
Petromyzontidae	<i>Lampetra planeri</i>	<i>Bachneunauge</i>	2, E	Einheimisch	Standortgerecht		●	●		
Salmonidae	<i>Salmo trutta</i>	<i>Atlantische Forelle</i>	4 (2)	Einheimisch	Standortgerecht	(●)	●	●	●	●
Salmonidae	<i>Salvelinus</i> sp.	<i>Seesabling, Art unbest.</i>	3	Einheimisch	Standortgerecht <sup>4</sup>			●	●	
Salmonidae	<i>Thymallus thymallus</i>	<i>Äsche</i>	3, E	Einheimisch	Standortgerecht <sup>4</sup>			●	●	
<b>Total</b>					<b>28</b>	<b>12</b>	<b>22</b>	<b>22</b>	<b>11</b>	<b>17</b>
<b>Total Anzahl Arten Einheimisch (VBGF)</b>					<b>25</b>	<b>12</b>	<b>21</b>	<b>21</b>	<b>10</b>	<b>14</b>
<b>Total Anzahl Arten Eingeführt (VBGF)</b>					<b>3</b>	<b>0</b>	<b>1</b>	<b>1</b>	<b>1</b>	<b>3</b>
<b>Total Anzahl Arten Standortgerecht (Seespezifisch)</b>					<b>23</b>	<b>11</b>	<b>20</b>	<b>19</b>	<b>9</b>	<b>13</b>
<b>Total Anzahl Arten Standortfremd (Seespezifisch)</b>					<b>5</b>	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>2</b>	<b>4</b>

<sup>1</sup> Laut CSCF [18] eingeführt. Steinmann[19] bezeichnet die Herkunft als unsicher. Natürliche Besiedelung vom VWS wohl möglich.

<sup>2</sup> Standortgerecht, da möglicherweise in Zuflüssen heimisch und nachgewiesen[20].

<sup>3</sup> Standortgerecht, da diese zum Seetyp passt und ist nach Hartmann [14] und Nufer [16] im VWS heimisch.

<sup>4</sup> Standortgerecht, da diese nach Hartmann [14] und Nufer [16] im VWS vorkamen, allerdings dürften sie eher sporadisch oder selten im See gewesen sein. Die Äsche ist in den Fischfangstatistiken im See zudem auch nachgewiesen.

#### 4.3.5 Weitere erwähnenswerte Fänge

Wie schon im Bielersee, Murtensee und im Neuenburgersee wurden auch im Lauerzersee sowohl die Rotfeder als auch ein Individuum der Scardola (südliche Rotfeder, auch Schwarzfeder genannt) und möglicherweise deren Hybriden gefangen (Abbildung 4-7). Wie diese in den See gelangt sind, ist unklar, eine natürliche Besiedlung ist jedoch unwahrscheinlich.

Auch Brachsmen (*Abramis brama*) und Blicken (*Blicca bjoerkna*) konnten im Lauerzersee nachgewiesen werden.

Ebenfalls nachgewiesen wurden die standortfremden Kaulbarsche und die nicht einheimischen Sonnenbarsche und Zander. Es kommen anzahlmässig sehr viele Kaulbarsche im See vor. Zander, die als eingeführt gelten (vgl. VBGF), fallen besonders bei der Gesamtfischbiomasse ins Gewicht.

Ebenfalls erwähnenswert ist der Fang von eingeführten Kamberkrebse. Einheimische Krebse wurden keine beobachtet.



**Abbildung 4-7:** Oben links: Brachme (*Abramis brama*) oben und Blicke (*Blicca bjoerkna*) unten. Oben rechts: Ein bei den standardisierten Befischungen gefangener Zander (*Sander lucioperca*). Unten links: Eine Schwarzfeder; Unten rechts: Eine Rotfeder.

#### CEN-Netze und Konfidenzintervalle

Die Streuung der Anzahl Fische, die pro benthischem CEN-Netz in den verschiedenen Tiefen (Replikate) gefangen wurden, ist für zukünftige Vergleiche mit dem heutigen Zustand der Fischfauna wich-

tig. Um die Streuung zu bestimmen, wurden 1'000 Permutationen der Fangdaten durchgeführt. Die Resultate wurden anschliessend benutzt, um die Konfidenzintervalle für jede Art zu schätzen.

Die Resultate (Tabelle 4-3) zeigen, dass die Streuung für die häufigen Arten im Bereich von ca. 50 % liegt. Somit kann eine zukünftige Zunahme oder eine Abnahme der Fänge einer Art um mehr als 50 % bei den meisten Arten als signifikant betrachtet werden. Insgesamt entspricht diese Varianz den Erwartungen der CEN prEN 14757-Norm. Zukünftige re-

präsentative Befischungen können somit statistisch mit denen von 2018 verglichen werden. Bei Arten, die in geringer Anzahl gefangen werden, spielen stochastische Zufallseffekte bei der Anzahl gefangener Fische eine wichtigere Rolle, weshalb die Konfidenzintervalle grösser sind.

**Tabelle 4-3.** Zusammenstellung der Konfidenzintervallschätzungen für die Fänge mit den CEN-Netzen. Angegeben sind die minimale Anzahl (Min), die mittlere Anzahl (Mittel), die maximale Anzahl (Max), die pro Art für den gegebenen Aufwand erwartet werden können, die untere (5%) und die obere Konfidenzgrenze (95%).

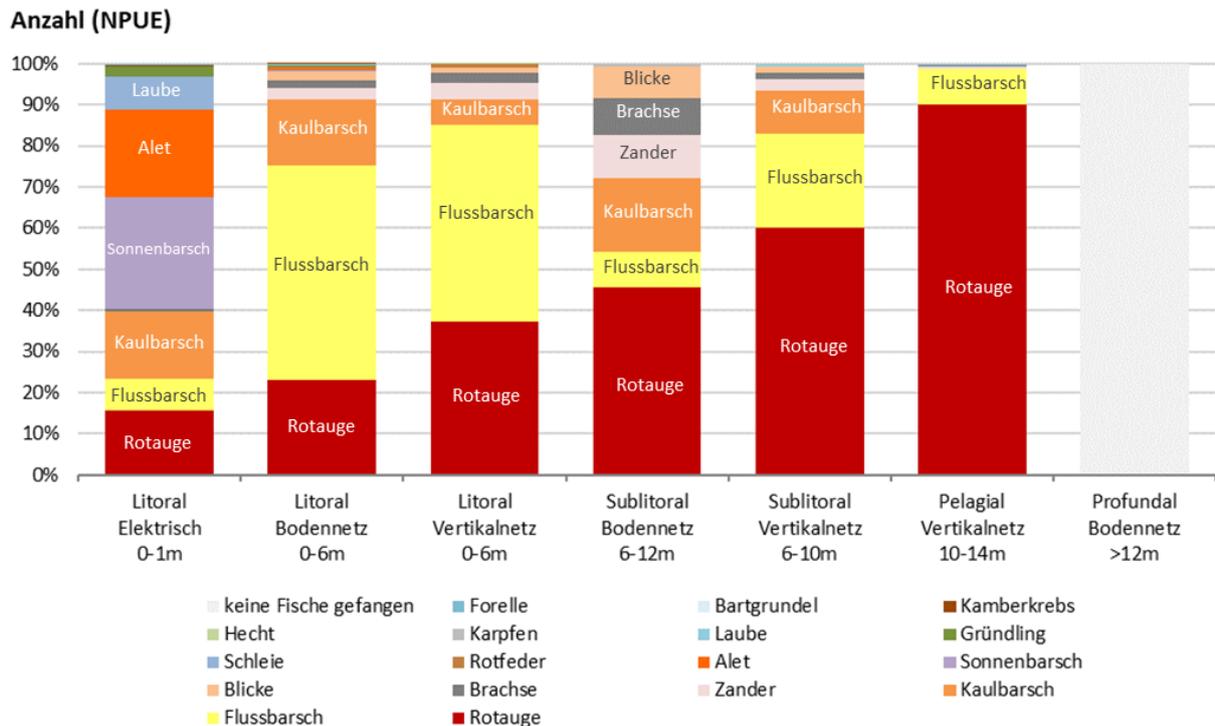
Fischart			Konfidenz CEN Befischungen (benthische Netze)				
Familie	Deutsch	Latein	Minimum	Mittelwert	Maximum	0.95	0.05
Cyprinidae	Rotaugen	<i>Rutilus rutilus</i>	364	687	1'095	488	924
Percidae	Flussbarsch	<i>Perca fluviatilis</i>	908	1'376	1'841	1'122	1'633
Percidae	Kaulbarsch	<i>Gymnocephalus cernua</i>	217	394	597	289	501
Percidae	Zander	<i>Sander lucioperca</i>	62	127	199	91	169
Cyprinidae	Brachsme	<i>Abramis brama</i>	69	132	225	98	168
Cyprinidae	Blicke	<i>Blicca bjoerkna</i>	61	116	172	88	145
Centrarchidae	Sonnenbarsch	<i>Lepomis gibbosus</i>	0	12	40	3	21
Cyprinidae	Alet	<i>Squalius cephalus</i>	0	20	49	8	33
Cyprinidae	Rotfeder	<i>Scardinius sp</i>	4	35	68	18	52
Cyprinidae	Schleie	<i>Tinca tinca</i>	0	3	9	1	6
Cyprinidae	Gründling	<i>Gobio gobio</i>	0	6	22	1	12
Cyprinidae	Laube	<i>Alburnus alburnus</i>	0	5	15	1	9
Cyprinidae	Karpfen	<i>Cyprinus carpio</i>	0	6	18	2	12
Esocidae	Hecht	<i>Esox lucius</i>	0	4	12	1	7
Cambaridae	Kammerkreb	<i>Orconectes limosus</i>	0	3	10	1	6
<b>Total</b>			<b>1'685</b>	<b>2'925</b>	<b>4'372</b>	<b>2'212</b>	<b>3'698</b>

#### 4.3.6 Habitatnutzung

##### 4.3.6.1 Habitattypen

Unterschiedliche Fischarten bevorzugen unterschiedliche Habitate in einem See (Abbildung 4-8). Im Fall des Lauerzersees ist – wie in allen bisher untersuchten Seen – die grösste Artenvielfalt im Litoral und an der Halde zu finden. In Ufernähe dominieren Arten wie Alet, Flussbarsch, Sonnenbarsch, Kaulbarsch und Rotaugen. An der Halde wurden insbesondere Rotaugen, Flussbarsche, Kaulbarsche, Zander, Blicke und Brachsme gefangen. Das

Pelagial war klar die Domäne der Rotaugen. Gefangen wurden aber auch Flussbarsche. Im flächenmässig nur wenig ausgedehnten Profundal wurden keine Fische gefangen (Sauerstoffmangel).



**Abbildung 4-8.** Jeder Balken zeigt den Anteil der verschiedenen Arten im Fang (NPUE) für die verschiedenen Habitate (Litoral, Halde, Pelagial und Profundal) und Befischungsmethoden (elektrische Befischungen, benthische Netze und Vertikalnetze).

#### 4.3.6.2 Tiefenverteilung

Die höchste Fischdichte in benthischen Netzen wurde für alle Fischarten in einer Tiefe zwischen 0 und 6 m beobachtet (Abbildung 4-9). Dies ist hauptsächlich auf die Tiefenverteilung der Rotaugen, Flussbarsche und Kaulbarschen zurückzuführen. Unterhalb von 8.2 m wurden mit benthischen CEN-Netzen keine Fische gefangen.

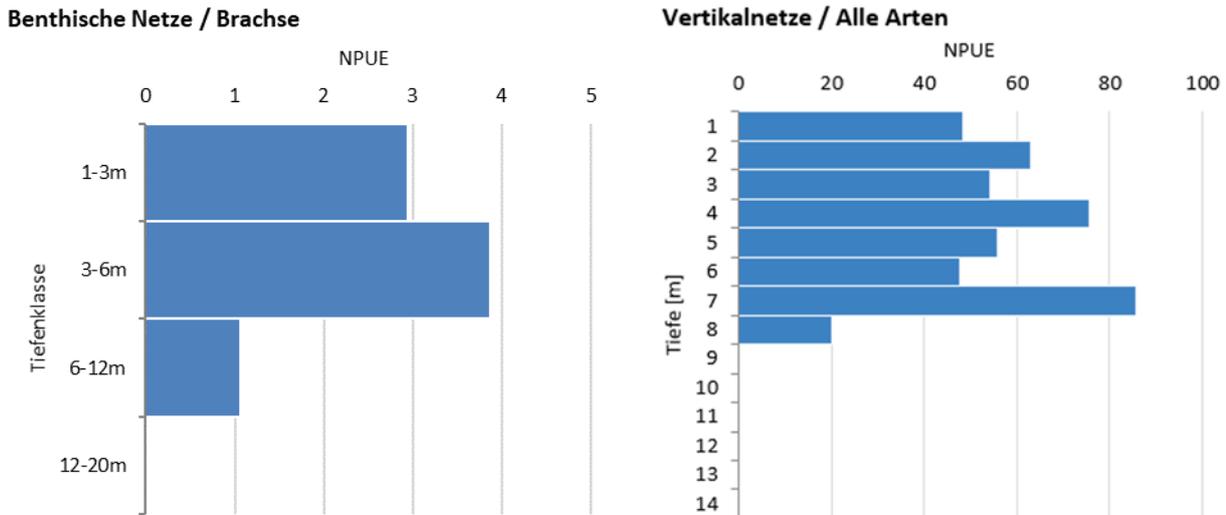
Auch mit den Vertikalnetzen wurde nicht in allen Tiefen Fische gefangen. Die höchsten Dichten wurden zwischen 0 und 7 m beobachtet. Dies ist ebenfalls hauptsächlich auf die Tiefenverteilung der Rotaugen, Flussbarsche und Kaulbarsche zurückzuführen.

Einzelne artspezifische Tiefenverteilungen können dem Anhang entnommen werden. Folgende Beobachtungen sind erwähnenswert:

- Es wurden keine Fische unterhalb von 8 m gefangen. Dies liegt an der geringen Sauer-

stoffkonzentration in der Tiefe des Lauerzesees.

- Alet wurden, wie fast in allen untersuchten Seen, nur sehr oberflächen- und ufernah gefangen.
- Flussbarsche besiedeln die gesamte ihnen zur Verfügung stehende Tiefe von 0 bis 8 m. Sie bevorzugen dabei die etwas tieferen Schichten.
- Zander kommen bis ca. 7 m Tiefe vor und scheinen sich eher in Ufernähe aufzuhalten. Am häufigsten sind sie zwischen 3 und 6 m Tiefe gefangen worden.
- Hechte wurden vorwiegend ufernah und in 0 bis 6 m Tiefe gefangen.
- Sonnenbarsche kommen vor allem oberflächennah bis 3 m Tiefe vor. Auch sie leben vor allem in Ufernähe.
- Kaulbarsche kommen bis in eine Tiefe von 8 m vor, hauptsächlich jedoch zwischen 0 und 6 m Tiefe.



**Abbildung 4-9.** Die Anzahl (NPUE) der gefangenen Fische dargestellt für verschiedene Tiefen: Links für benthische Netze in Tiefenklassen; Rechts für pelagische Vertikalnetze.

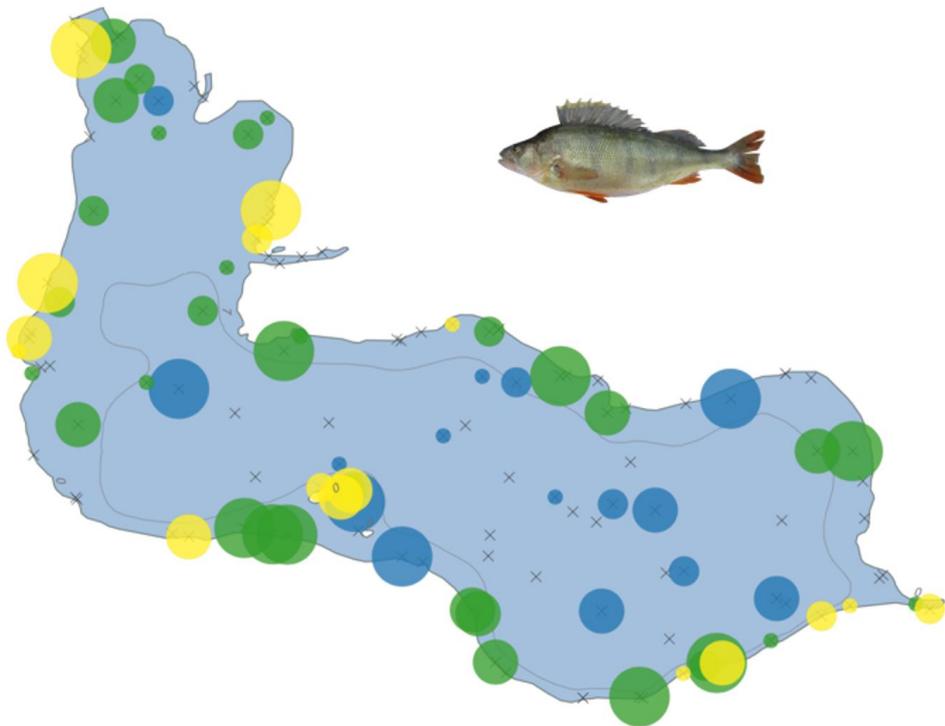
#### 4.3.7 Geografische Verteilung der Fänge

Bei der geografischen Verteilung sind interessante Muster erkennbar. Die typische Verteilung von pelagialen oder litoralen Arten ist im Lauerzersee nicht erkennbar. Dies liegt an der geringen Seetiefe und der geringen Ausdehnung des Pelagials. Sicherlich aber auch am Fehlen der typischen pelagialen Arten (z.B. Felchen, Seesaibling oder Seeforelle). Flussbarsche, die grundsätzlich eher ufernah vorkommen, sind auch im Pelagial des Lauerzersees häufig (Abbildung 4-10). Das Gleiche gilt insbesondere auch für die Rotaugen. Diese Art dominiert das

Pelagial, was für eutrophe und flache Seen üblich ist. Auch Zander scheinen im Offenwasser relativ häufig zu sein.

Die Kombination von Fangtiefe und Standort im See zeigt zudem im Detail, wie die Fische im Raum verteilt sind (Abbildung 4-11).

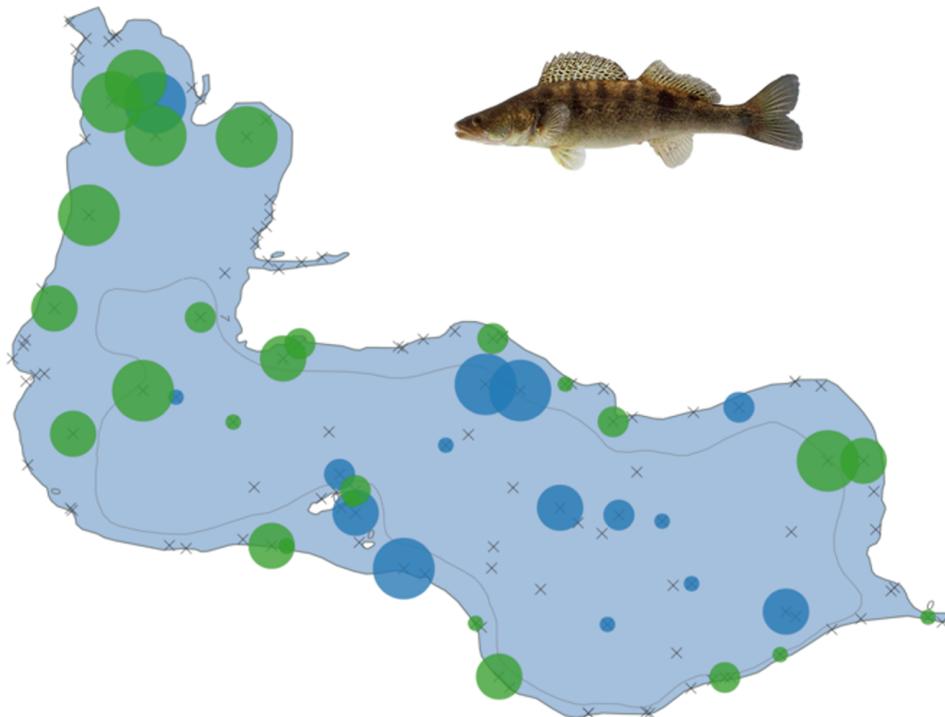
Flussbarsch (*Perca fluviatilis*)



Legende

- × Befischungsstandorte
- NPUE elektrische Befischungen
  - bis 0.112
  - bis 0.183
  - bis 0.250
  - bis 1.000
- NPUE benthische Netze
  - bis 27
  - bis 94
  - bis 129
  - bis 233
- NPUE vertikale Netze
  - bis 25
  - bis 35
  - bis 120
  - bis 198

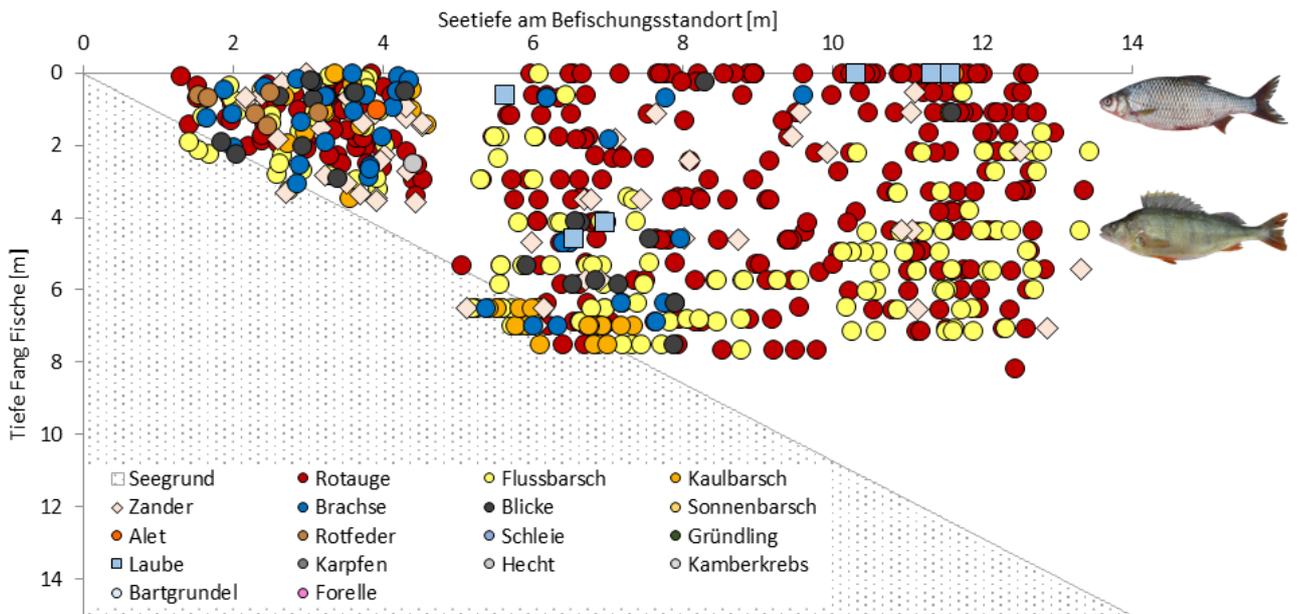
Zander (*Sander lucioperca*)



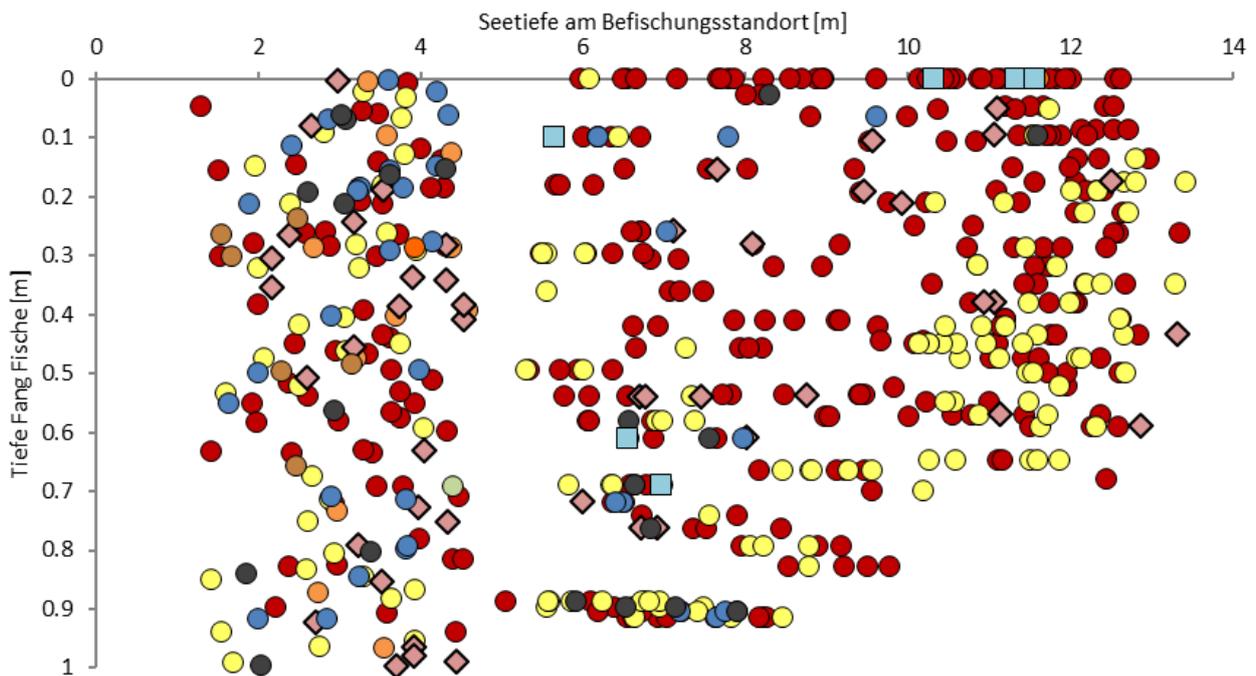
Legende

- × Befischungsstandorte
- NPUE benthische Netze
  - bis 1.88
  - bis 5.00
  - bis 9.15
  - bis 27.58
- NPUE vertikale Netze
  - bis 2.5
  - bis 4.5
  - bis 6.0
  - bis 27.5

**Abbildung 4-10.** Geografische Verteilung der Flussbarsch- und Zanderfänge im Lauerzersee (alle Protokolle). Die Karten für weitere ausgewählte Arten befinden sich im Anhang.



**Abbildung 4-11.** Dargestellt sind die mit Vertikalnetzen gefangenen Fische (Punkte) also Kombinationen zwischen Fangtiefe (Y-Achse) und geografischer Verteilung (Seetiefe am Befischungsstandort, in der ein Netz gesetzt wurde, X-Achse). Die Werte für die benthischen Vertikalnetze sind randomisiert dargestellt.

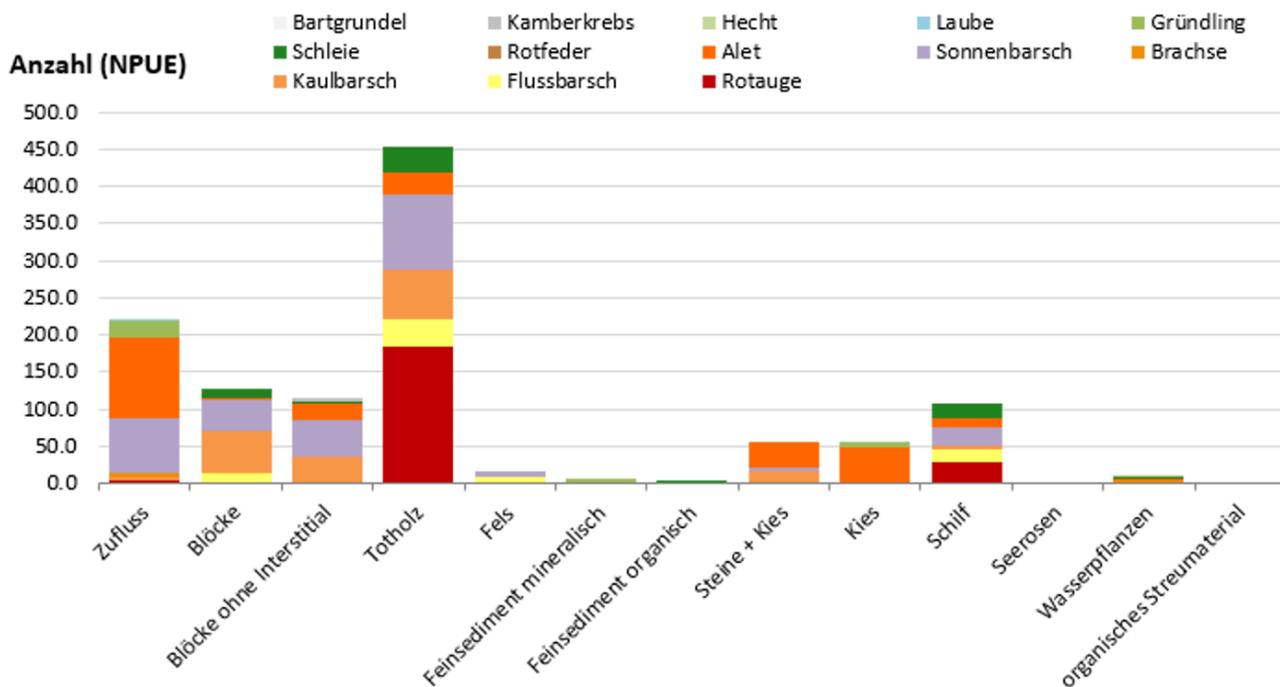


**Abbildung 4-12:** Darstellung des obersten Meters, aufgeschlüsselt nach der Tiefe am Befischungsstandorte. Links liegt das Ufer, rechts die Seemitte. Legende analog Abbildung 4-11. Die Werte für die benthischen Vertikalnetze sind randomisiert dargestellt.

### 4.3.7.1 Uferhabitate

Die Resultate der elektrischen Befischung zeigen eine heterogene Verteilung der Fische in den verschiedenen Uferhabitaten (Abbildung 4-13). Auffällig ist die hohe Dichte in den Zuflüssen und im Totholz. Auch in Blöcken und im Schilf kamen viele Fische vor und die Diversität ist in diesen Habitaten hoch. Wenige Fische kamen vor allem in Wasser-

pflanzen, Feinsediment, Fels, organischem Streumaterial und Seerosen vor. Bei Seerosen und Wasserpflanzen ist dies durch die geringe Effizienz der Elektrofischung in diesen Habitaten zurückzuführen, da Wasserpflanzen oftmals eher in tieferen Bereichen wachsen, wo mit der Elektrofischung nicht alle Fische gefangen werden können.



**Abbildung 4-13.** Anzahl Fische, korrigiert für die befischte Fläche, die mittels Elektrofischung in den verschiedenen Habitaten gefangen wurden.

Am meisten positive Zusammenhänge mit bestimmten Fischarten (Tabelle 4-4) zeigen die Habitate Zufluss, Totholz und Schilf. Hier handelt es sich um strukturreiche Habitate. Keine oder nur wenige Fischarten können mit den Lebensräumen Feinsediment, Fels sowie organischem Streumateri-

al in Zusammenhang gebracht werden. Dies sind vergleichsweise strukturreiche Habitate. Insgesamt zeigen die Auswertungen, wie wichtig vielfältige und strukturreiche Seeufer für das Aufkommen einer artenreichen und abundanten Fischgemeinschaft sind.

**Tabelle 4-4.** Tabelle mit berechneten positiven und negativen Assoziationen<sup>5</sup> zwischen Fischen und Habitaten. Rot hervorgehoben sind negative assoziation; Grün hervorgehoben positive Assoziationen. \* In Seerosen und Wasserpflanzen ist die Elektrofischung nur wenig Effizient. Der Fischbestand in diesen Habitaten wird also unterschätzt im Vergleich mit den anderen untersuchten Uferhabitaten.

Fischart	Zufluss	Blöcke	Blöcke ohne Interstitial	Totholz	Fels	Feinsediment mineralisch	Feinsediment organisch	Steine + Kies	Kies	Schluff	Seerosen*	Wasserpflanzen*	organisches Streumaterial
N tot = 61	N=6	N=9	N=3	N=3	N=5	N=2	N=2	N=6	N=2	N=12	N=4	N=5	N=2
Rotaugen	-0.8	-0.8	-1.0	9.8	-1.0	-1.0	-1.0	-1.0	-1.0	0.7	-1.0	-0.9	-1.0
Flussbarsch	-0.9	0.9	-1.0	5.6	0.4	-1.0	-1.0	-1.0	-1.0	2.1	-1.0	-1.0	-1.0
Kaulbarsch	-0.6	2.9	1.6	3.6	-1.0	-1.0	-1.0	0.2	-1.0	-0.7	-1.0	-1.0	-1.0
Brachse	8.7	-1.0	-1.0	-1.0	-1.0	-1.0	-1.0	-1.0	-1.0	0.8	-1.0	0.5	-1.0
Sonnenbarsch	2.2	0.9	1.1	3.3	-0.7	-1.0	-1.0	-0.9	-1.0	0.1	-1.0	-1.0	-1.0
Alet	4.4	-0.9	0.1	0.5	-1.0	-1.0	-1.0	0.7	1.4	-0.4	-1.0	-0.8	-1.0
Rotfeder	-1.0	-1.0	-1.0	-1.0	-1.0	-1.0	-1.0	-1.0	-1.0	12.0	-1.0	-1.0	-1.0
Schleie	-1.0	1.2	-0.4	4.9	-1.0	-1.0	-0.4	-1.0	-1.0	2.5	-1.0	-0.8	-1.0
Gründling	6.7	-1.0	-1.0	-1.0	-1.0	1.5	-1.0	-1.0	1.8	-1.0	-1.0	-1.0	-1.0
Laube	12.0	-1.0	-1.0	-1.0	-1.0	-1.0	-1.0	-1.0	-1.0	-1.0	-1.0	-1.0	-1.0
Hecht	-1.0	-1.0	-1.0	-1.0	-1.0	-1.0	-1.0	-1.0	-1.0	-1.0	-1.0	12.0	-1.0
Kambersch	-1.0	-1.0	12.0	-1.0	-1.0	-1.0	-1.0	-1.0	-1.0	-1.0	-1.0	-1.0	-1.0
Bartgrundel	-1.0	-1.0	-1.0	-1.0	-1.0	-1.0	-1.0	-1.0	12.0	-1.0	-1.0	-1.0	-1.0
Forelle	12.0	-1.0	-1.0	-1.0	-1.0	-1.0	-1.0	-1.0	-1.0	-1.0	-1.0	-1.0	-1.0
<b>Mittelwert</b>	2.8	-0.3	0.4	1.4	-0.9	-0.8	-1.0	-0.8	0.3	0.8	-1.0	0.1	-1.0

<sup>5</sup> Unter einer Assoziation wird hier die Beobachtung verstanden, dass in gewissen Habitaten mehr oder weniger Individuen einer Art gefangen werden als dies bei einer zufälligen Verteilung in den verschiedenen Habitaten der Fall wäre. Dabei bedeutet ein positiver Wert, dass eine Art häufiger vorkommt als dies durch Zufall erwartet würde. Ein negativer Wert bedeutet, dass eine Art seltener anzutreffen ist als dies durch Zufall erwartet würde.

## 4.4 Fischereiliche Aspekte

### 4.4.1 Längenselektivität der Maschenweiten

Die Längenselektivität der Maschenweite von Kiemennetzen ist wegen der Körperbeschaffenheit von den unterschiedlichen Fischarten nicht für alle Arten gleich [21, 22]. Im Lauerzersee wird zwar heute kein Netzfischfang betrieben, für zukünftige gezielte Befischungen könnten diese Informationen aber von Relevanz sein, weshalb diese hier ebenfalls aufgeführt sind. Bei den Felchen und den Flussbarschen sind die Maschen-

weiten eher grössenselektiv als beispielsweise bei Seeforellen und Seesaiblingen. Anhand der standardisierten Fänge kann für jede Fischart und für jede Maschenweite die Verteilung und somit die Selektivität bestimmt werden. Welche Fischlängen durch die einzelnen Maschenweiten gefangen werden, ist dem Anhang (Kapitel 9.3) zu entnehmen.

### 4.4.2 Längenverteilung

Die Längenverteilungen (Abbildung 4-14) belegen für die am häufigsten gefangenen Fischarten ein gutes Jungfischaufkommen. Bei den Flussbarschen fällt die ansprechende Dichte an grösseren Tieren auf (>250 mm). Das ist ein Hinweis darauf, dass der Befischungsdruck auf die Flussbarsche eher niedrig ist. Junge Zander kommen im Lauerzersee ebenfalls zahlreich vor. Auch das Vorkommen von grossen Tieren scheint für diese Fischart, wie bei den Flussbarschen, nicht übermässig durch die Angelfischerei beeinflusst zu sein. Das gleiche Bild zeigt sich auch bei den Rotaugen: Viele Jungfische und eine naturnahe Populationsstruktur sind ersichtlich.

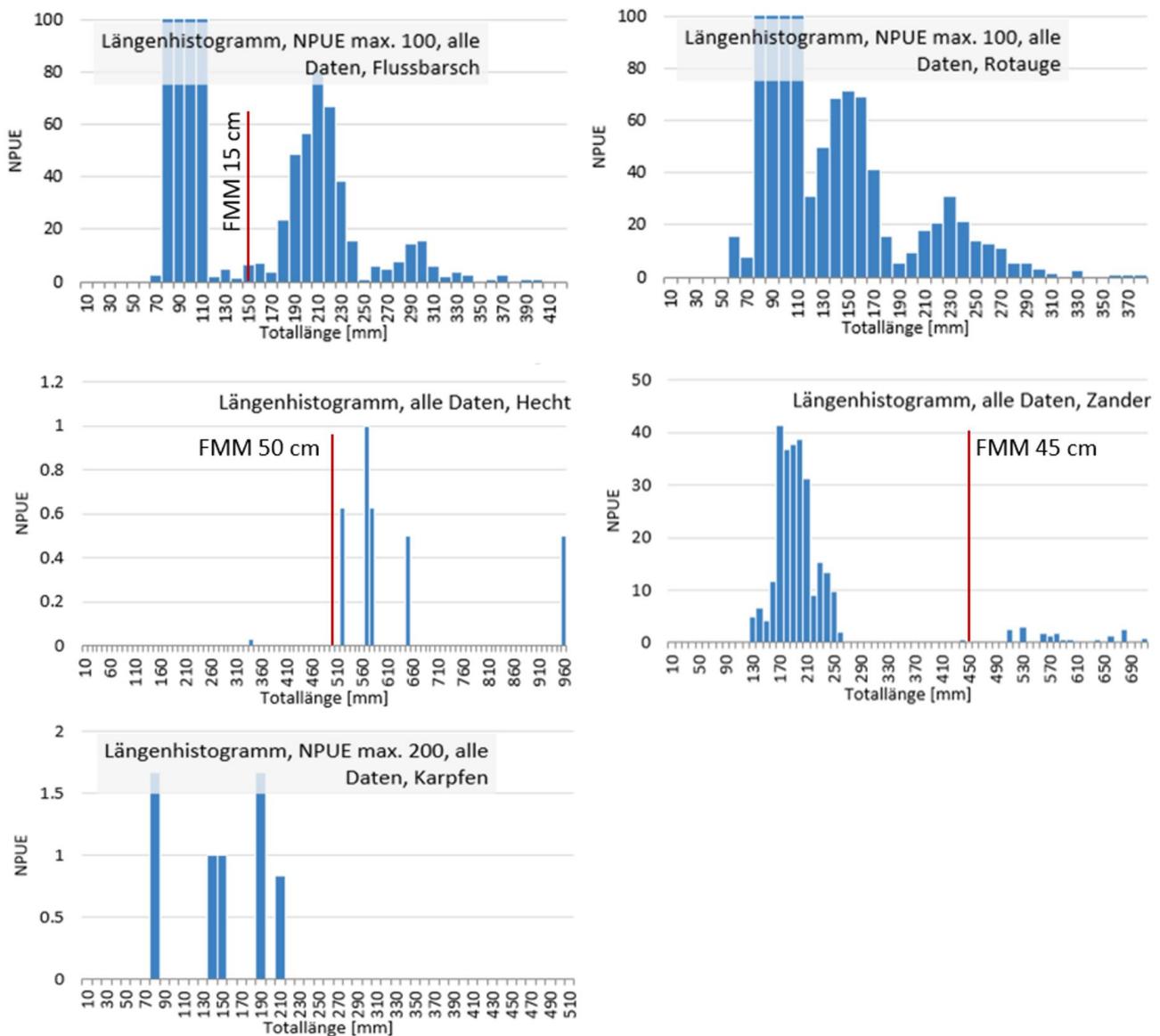
Einzig bei den Hechten konnten kaum Jungfische nachgewiesen werden. Der kleinste gefangene Hecht war 33.9 mm lang. Gerade für den Lauerzersee, der als Hechtsee bekannt ist, überrascht dieses Ergebnis. Die Gründe dafür sind unklar. Von 2010 bis 2014 wurden insgesamt fast 1.5 Mio. Brütlinge/Vorsommerlinge und 530'000 Eier von Hechten in den Lauerzersee eingesetzt. Danach fand kein Besatz mehr statt. Die ausgesetzten Fische wären 2018 zwischen 4 und 8 Jahren alt. Tiere in diesem Alter dürften grösser als 50 cm gross sein [23]. Siebenjährige Tiere dürften gar um die 80 cm lang sein.

Es stellt sich daher die Frage, ob die natürliche Fortpflanzung für Hechte im See nicht gut funktioniert oder ob die Jungfische bei den Befischungen einfach ungenügend erfasst wurde. Ersteres wäre doch sehr

überraschend, da genügend geeignete Laichhabitate für Hechte im See vorhanden sind. Auch Beutefische sind zahlreich vorhanden. Bevor allenfalls Besatzmassnahmen mit Hechten ins Auge gefasst werden, sollte deshalb abgeklärt werden, was mit der Naturbrut geschieht und ob diese tatsächlich nicht aufkommt. Z.B. durch die Untersuchung von Hechtlaichplätzen, die gezielte elektrische Befischung von 0+ Junghechten im Frühsommer. Die Entwicklung der Hechtfangstatistiken sollten ebenfalls im Auge behalten werden.

Interessant ist auch die Längenverteilung der gefangenen Karpfen. Da 2018 kein Besatz mit Jungkarpfen durchgeführt wurde sind die Jungkarpfen im See naturverlaicht. Die natürliche Reproduktion der Karpfen im See ist also sichergestellt.

Insgesamt zeigt die Auswertung der Längenverteilungen, dass die Fischereiliche Nutzung im Lauerzersee nachhaltig ist. Eindrücklich ist der Unterschied gegenüber Seen, in denen die Netzfischerei betrieben wird. In letzteren kommen, trotz hohem Jungfischaufkommen, oftmals nur wenige grössere Tiere von fischereilich beliebten Arten vor.



**Abbildung 4-14.** Längenverteilung der Flussbarsche, Rotaugen, Hechte, Karpfen und Zander der standardisierten Befischungen im Lauerzersee. Rot eingezeichnet ist das Fangmindestmass (FMM) für die jeweilige Art.

#### 4.4.3 Vergleich mit Fangstatistik

Die Anglerfänge (Abbildung 4-15) waren in der Zeit zwischen 1988 und 2003 höher als heute. Vergleicht man diese Periode mit der Zeit nach 2004, werden heute weniger Flussbarsche und «andere Fischarten» gefangen. Mit «anderen Fischarten» sind die in der Schwyzer Fischfangdatenbank als «Weissfische» deklarierten Arten gemeint, die nicht als eigene Art erfasst werden, wie z. B. der Karpfen. Dabei handelt es sich grösstenteils um Cypriniden. Dass heute weniger Cypriniden gefischt werden, dürfte vor allem mit den Vorlieben der Fischer zusammenhän-

gen. Rückgänge in den Cyprinidenfängen können, trotz guten Beständen, auch an anderen Seen beobachtet werden.

Die Flussbarschfänge scheinen in den Siebzigerjahren am höchsten gewesen zu sein. Nach einem Tief in den Achtzigerjahren erholten sie sich in den Neunzigern wieder - wobei die Fänge damals von Jahr zu Jahr schwankten. Um 2007 sind die Fänge auf ein Allzeittief zurückgegangen. Heute scheinen die Fänge jedoch auf niedrigerem Niveau stabil zu

sein. Aus heutiger Sicht kann der Befischungsdruk auf die Flussbarsche als niedrig eingestuft werden. Es ist daher unklar, ob die Fangstatistiken einen Bestandsrückgang dokumentieren oder ein Rückgang des Befischungsdruk auf Flussbarsche.

Eine weitere fischereilich sehr beliebte Art ist der Hecht. Die Hechtfänge sind seit vielen Jahren stabil und schwanken nur wenig. Seit 2004 finden sich auch Zander in den Anglerfängen. Die Fänge von Zandern sind seit ihrer Einführung in den Lauerzersee stabil.

Der Vergleich der Fänge der standardisierten Befischung mit der Anglerfischer zeigt ein sehr unterschiedliches Bild. So wird in Anglerfängen der Bestand der Rotaugen unterschätzt (Abbildung 4-16).

Auch Zander, Blicken und Brachsmen finden sich in den standardisierten Fängen häufiger als in den Anglerfängen. Insgesamt weichen die relativen Häufigkeiten der verschiedenen Fischarten aus den standardisierten Fängen recht stark von der Fischfangstatistik ab. Für diesen Vergleich sind die häufig gefangenen Arten der Angler und der standardisierten Fänge besonders relevant.

Diese Resultate bestätigen, dass standardisierte und nicht gezielte Abfischungen erforderlich sind, um eine vergleichbare Einschätzung (zwischen verschiedenen Seen und innerhalb eines Sees über die Zeit) der Fischartenzusammensetzung zu erhalten. Durch die Standardisierung des Aufwands sind diese Daten überhaupt erst richtig vergleichbar miteinander.

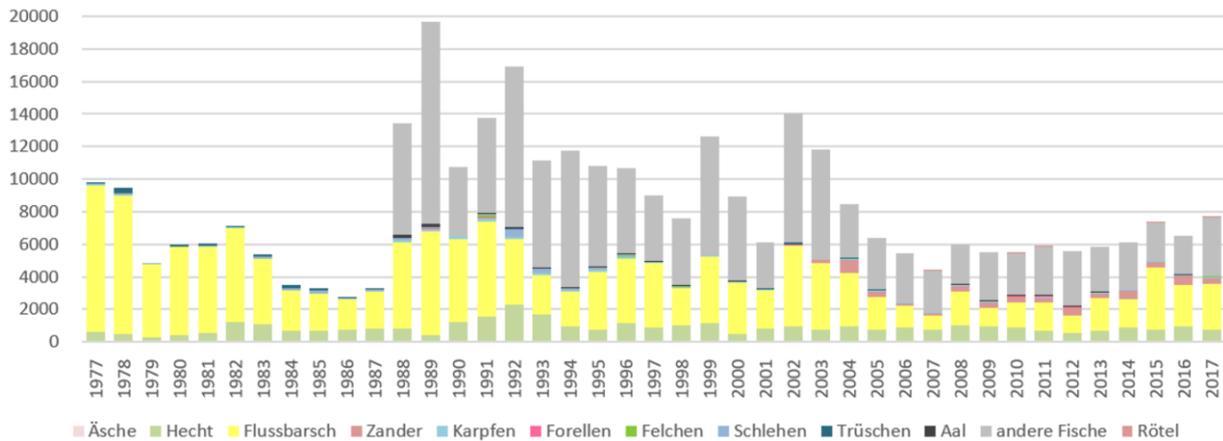


Abbildung 4-15. Entwicklung der Anglerfänge im Lauerzersee von 1988 bis 2017. Dargestellt ist die Anzahl Fische pro Jahr und Art.

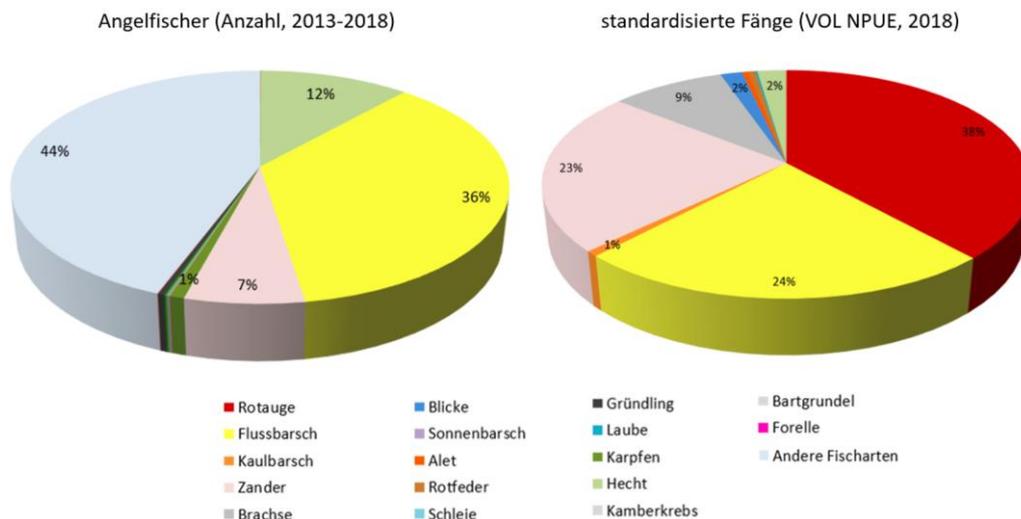


Abbildung 4-16. Anteil der verschiedenen Fischarten am Fang der Anglerfischerfänge (Mittelwert von 2013-2018) und der standardisierten Fänge (volumenkorrigierte Anzahl Fische).

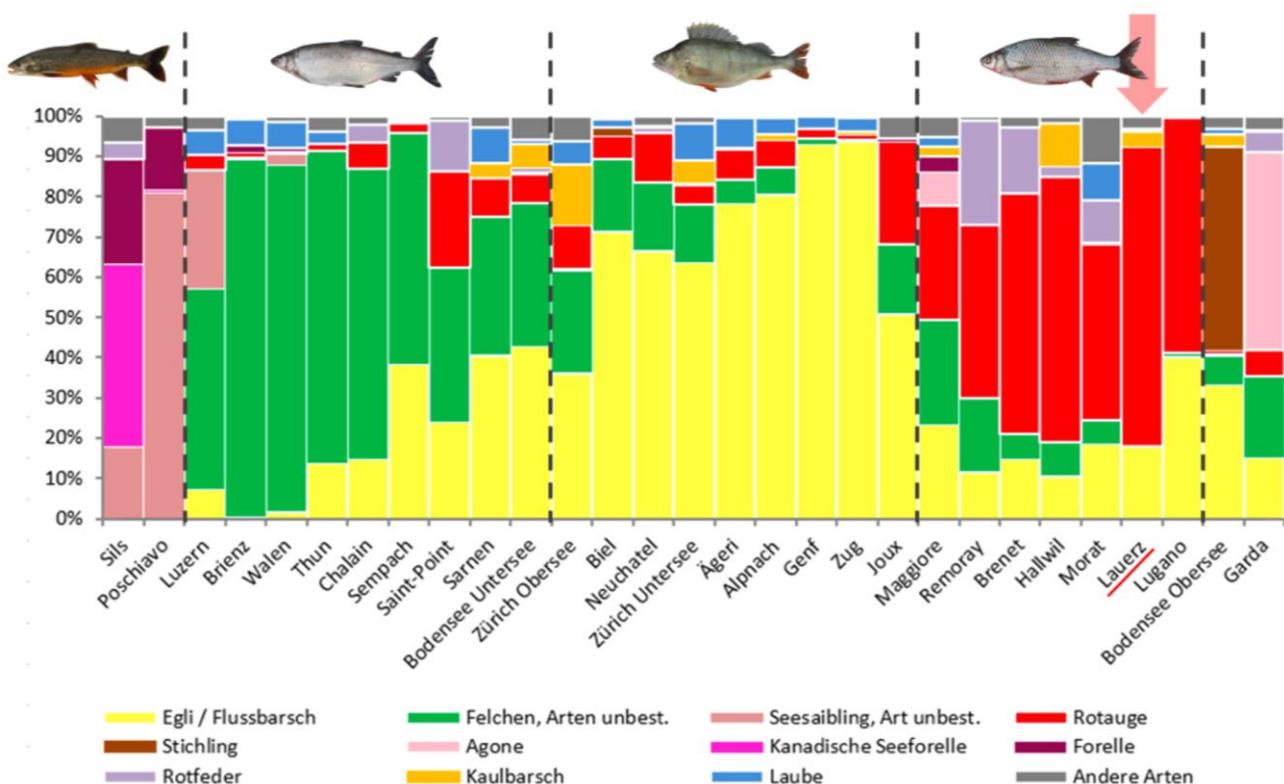
## 4.5 Vergleiche mit anderen Seen

### 4.5.1 Fischbestand

Im Vergleich mit anderen Alpenrandseen und aufgrund der für die Netzfläche und die Verfügbarkeit der Habitate korrigierten Fänge [13] entspricht der Lauerzersee heute einem Rotaugensee (Abbildung 4-17). Dies ist typisch für Nährstoffreiche und flache Seen.

Eine ähnliche Fischartenzusammensetzung haben beispielsweise der Murtensee oder der Hallwiler-

see. Wobei in diesen Seen auch Felchen noch vorkommen, im Lauerzersee nicht. Dies liegt an der geringen Tiefe des Lauerzersees und dem Sauerstoffmangel in der Tiefe. Den Felchen fehlt heute schlicht der Lebensraum. In früheren Jahren konnten nach Besatzmassnahmen vereinzelt Felchen gefangen werden.



**Abbildung 4-17.** Vergleich der relativen Häufigkeit der Fänge einzelner Arten (Anzahl Fische), die in den verschiedenen Seen in Vertikalnetzen gefangen wurden. Die Daten sind volumenkorrigiert (Vgl. Kapitel 5.3.3) um zwischen den Seen besser vergleichen zu können [13].

### 4.5.2 Angelfischerfänge

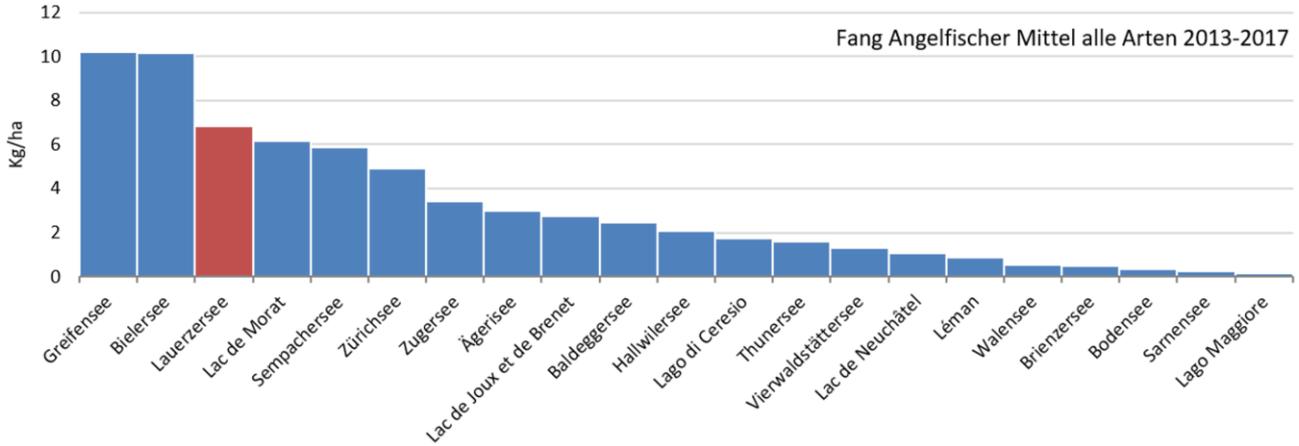
Für den Lauerzersee liegen keine Fangzahlen als Biomasse vor. Die gefangene Anzahl Fische wurde daher umgerechnet. Dies kann nur grob erfolgen, da das effektive Gewicht der Fänge nicht bekannt ist. Für Hecht, Zander und Aal wurde ein sehr konservatives Durchschnittsgewicht von 1kg pro gefangenen Fisch angenommen. Für alle anderen Fischar-

ten (Hauptsächlich Flussbarsche) wurden 160 g pro Individuum angenommen. Die effektiv gefangenen Biomassen sind demnach wohl eher noch etwas höher.

Wenn diese Annahmen aber in etwa stimmen, dann fallen die im Mittel zwischen 2013 und 2017 (resp.

2018 für den Lauerzersee) gefangenen Fische der Angler am Lauerzersee im Vergleich mit anderen Schweizer Seen ergiebig aus (Abbildung 4-18). Dabei

ist zu beachten, dass die Fangmengen für die Seefläche, aber nicht für den Fischereiaufwand korrigiert wurden. Dieser ist nicht bekannt.



**Abbildung 4-18.** Mittelwert der Angelfischerfänge von 2013-2017 in verschiedenen Schweizer Seen (Daten BAFU und Kanton Schwyz). Der Lauerzersee enthält ausserdem bereits das Jahr 2018. Die Fangmengen sind korrigiert für die Seefläche aber nicht für den Fischereiaufwand, da dieser nicht bekannt ist.

## 5 Synthese

### 5.1 Ökologische Bewertung des Lauerzersees

#### 5.1.1 Physikalische und chemische Eigenschaften

Für den Lauerzersee liegen umfangreiche limnologische Daten vor. Die periodisch durchgeführten Messungen erlauben eine allgemeine Beurteilung des limnologischen Seezustands.

Der Lauerzersee ist heute ein flacher, meso- bis leicht eutropher See mit Tendenz zur morphologischen Eutrophierung. Durch die geringe Ausdehnung des Pelagials und die hohe Produktivität führt der Abbau von organischem Material im Tiefenwasser zu einer starken Sauerstoffzehrung. Diese wiederum führt im Herbst und im Frühwinter in der Tiefe zu einer Sauerstoffkonzentration von  $< 4$  mg/l. Anfang des 20. Jahrhunderts war der Lauerzersee wahrscheinlich mesotroph.

Die anthropogene Nährstoffbelastung führte in den Siebzigerjahren zu einer starken Eutrophierung. Der See erholte sich trotz verschiedener Kläranlagen bis heute nur teilweise. Phosphateinträge aus der Landwirtschaft stellen noch immer ein Problem dar. Seit 10 Jahren kann keine weitere Erholung festgestellt werden.

**Insgesamt ist der limnologische Zustand des Lauerzersees als stark beeinträchtigt zu beurteilen. Hauptgrund ist die hohe Nährstoffbelastung und das damit einhergehende Sauerstoffdefizit in der Tiefe des Sees.**

#### 5.1.2 Uferhabitate

Die Habitatkartierung des Lauerzersees zeigt im Litoral einen hohen Anteil an strukturierten Habitaten wie Zuflüsse, Blöcke, Totholz und Vegetation. Diese bieten den Fischen am Ufer gute Versteckmöglichkeiten. Insgesamt ist die litorale Habitatvielfalt im Lauerzersee hoch. Der Anteil des Litorals an der gesamten Seefläche ist – wie für kleine Seen typisch – sehr hoch (42.8%).

Die Uferlinie und damit die Vernetzung des Sees mit dem Umland ist im Lauerzersee jedoch vielerorts stark beeinträchtigt. So sind ca. 40% der Uferlinie verbaut. Es handelt sich dabei oft um Mauern und Blockwürfe, die grösstenteils mit Hafenanlagen sowie Strassen und Siedlungen am Seeufer im Zusammenhang stehen.

Die längsten zusammenhängenden naturnahen Ufer liegen nordöstlich von Lauerz im Sägel und südlich von Steinen. Auch scheint der Mündungsbereich der Steiner Aa zwar naturnah, allerdings wird er

durch Kiesentnahmen stark beeinflusst (Abbildung 5-1). Solche Entnahmen mindern die ökologische Funktion von Zuflüssen. Intakte Flussdeltas gehören zu den Hotspots der Biodiversität in einem See, nicht nur für Fische. Gerade im Lauerzersee sind Steine und Kies als aquatischer Lebensraum selten. Verschiedene Fischarten wie Groppen, Schmerlen, Elritzen usw. brauchen diese aber als Lebensraum, z.B. für die Fortpflanzung. Ebenfalls stark beeinträchtigt ist der Ausfluss des Lauerzersees, die Seeweren.

Strukturierte und vielfältige Ufer sind für Fische in verschiedenen Altersstadien besonders wichtig. Im Rahmen der Revitalisierungsplanung sollte darauf geachtet werden, dass besonders wertvolle Lebensräume wie Zuflüsse, Ausfluss und Flachufer prioritär behandelt werden. Auf Kiesentnahmen in Zuflüssen oder Flussdeltas sollte im Sinne einer natürlichen Gestaltung der Uferhabitate verzichtet werden.

Schwemmholz, Totholz oder umgefallene Bäume sollten, im See belassen werden.

**Insgesamt kann der Zustand der litoralen Habitate im Wasser als naturnah bezeichnet werden. Die Uferlinie ist jedoch vielerorts stark verbaut. Die**



**Vernetzung der Uferhabitate ist somit ungenügend. Ebenfalls negativ zu bewerten sind Kiesentnahmen in Zuflüssen, welche die natürliche Deltaausbildung in den Seen verhindern. Schliesslich ist auch der stark verbaute Ausfluss (Seeweren) zu erwähnen.**



**Abbildung 5-1.** Links: Satellitenaufnahme der Steiner Aa-Mündung. Gut Erkennbar auch die Kiesentnahmestelle. Rechts: Aufnahme des Ausflusses aus dem Lauerzersee, der Seeweren. Sie ist stark verbaut.

### 5.1.3 Artenvielfalt und standardisierte Fänge

Im Rahmen dieses Projektes wurden im Lauerzersee 17 Fischarten gefangen. Davon sind 14 gemäss VBGF einheimisch und 13 Arten gemäss Literaturangaben standortgerecht. Der Kaulbarsch gilt als standortfremd, Sonnenbarsch, Schwarzfeder und Zander gelten gemäss Literaturangaben als nicht einheimische Arten.

Die historische Referenz konnte nicht verlässlich rekonstruiert werden, sodass vorliegend auf einen Vergleich der historischen mit den aktuellen Artenlisten verzichtet wird. Auffallend ist allerdings das Fehlen von gewissen Arten, die im See früher als häufig beschrieben wurden, wie z.B. der Hasel, der im Rahmen dieser Befischungen gar nicht gefangen wurde. Auch die kaltwasserliebenden Arten (Felchen, Seesaibling, Groppe, Trüsche, Äsche) konnten nicht nachgewiesen werden. Auch wenn diese teilweise in den Fangstatistiken erwähnt sind, dürften sie im See insbesondere in der Tiefe, wo zwar kühles Wasser vorhanden wäre aber ein akutes Sauerstoffdefizit auftritt, sehr selten sein.

Im Vergleich mit der Fischfangstatistik des Kantons Schwyz (1977 bis 2018) konnten Aal, Felchen, Trüsche, Seesaibling und Äsche bei den Befischungen nicht nachgewiesen werden. Diese Arten wurden 2018 durch Angler aber noch gefangen. Sie sind im See aber sehr selten anzutreffen und wurden im Rahmen der standardisierten Fänge, für die der Fangaufwand möglichst geringgehalten wird, um den Fischbestand nicht zu schädigen, nicht nachgewiesen.

Der Fischbestand im Lauerzersee wird durch Rotaugen und Flussbarsche dominiert. Damit entspricht der Lauerzersee heute dem Typ des Rotaugensees. Die Fische sind während des Sommerhalbjahrs nicht in der Lage, die gesamte Seetiefe zu nutzen. Unterhalb von 5 m Tiefe nimmt der Sauerstoffgehalt drastisch ab, was ein Überleben der Fische in der Tiefe des Sees verunmöglicht. Deshalb kommen auch keine oder kaum kalt-stenotherme Fischarten (Forelle, Groppe, Felchen) im See vor.

Der Anteil an standortfremden Arten im Fischbestand ist vergleichsweise hoch. Kaulbarsch, Zander und Sonnenbarsch machen zusammen 16 % der in den standardisierten Fängen nachgewiesenen Biomasse aus. Die Fischdichte und die Biomasse sind insgesamt sehr hoch. Dies ist typisch für kleine, flache, sommerwarme und nährstoffreiche Seen.

**Insgesamt kann die Fischartenzusammensetzung im Lauerzersee als leicht bis mässig beeinträchtigt**

## 5.2 Fischereiliche Nutzung

Im Lauerzersee gibt es keine Netzfischerei mehr. Angler fischen in der Regel gezielt auf Flussbarsche, Hechte und Zander. Aber auch Cypriniden sind beliebt, insbesondere die Karpfenfischerei. Die Fischerei am Lauerzersee scheint sich auf verschiedene Arten zu konzentrieren und ist wenig von der Entwicklung einer einzelnen Art abhängig.

In den letzten Jahren sind die Fänge der Angelfischer relativ stabil geblieben. Gegenüber früheren Perioden scheinen die Fänge von Cypriniden und Flussbarschen heute aber geringer auszufallen. Die Fischfangstatistik ermöglicht aber keine Rückschlüsse über die Gründe für die Veränderungen der Fangzahlen dieser Arten. Im Vergleich mit den anderen bisher untersuchten Seen sind die Fangerträge für die Angelfischer im Lauerzersee hoch. Dies zeigt der flächenkorrigierte Fangertrag.

Die Längenzusammensetzung der Fänge zeigt für die meisten Fischarten eine natürliche Altersstruktur, wie sie in standardisierten Netzfängen zu erwarten sind. Das heisst einerseits, dass für die meisten Arten im See die natürliche Rekrutierung funktioniert. Andererseits zeigen die Fänge von älteren und grossen Tieren auch, dass der Befischungsdruck im Lauerzersee im Vergleich mit anderen Schweizer Seen niedrig ist. Einzig beim Hecht scheint das Aufkommen von Jungfischen eingeschränkt zu sein. Woran das liegt, sollte überprüft werden, z.B. durch die Begutachtung der Laichgründe und des Junghechtaufkommens. Besatzmassnahmen im See

**bezeichnet werden. Das liegt vor allem an der recht hohen Biomasse von standortfremden Fischarten.**

**Zudem können Fische die tiefen Bereiche des Sees mindestens im Sommer nicht mehr nutzen, was das Überleben von kalt-stenothermen Arten wie Felchen, Groppen oder Forellen stark erschwert oder gar verhindert. Der fischökologische Zustand wird daher als beeinträchtigt eingestuft.**

scheinen vorerst für keine der im See vorkommenden Arten notwendig und sinnvoll zu sein.

Bei den Karpfen wurden nur Jungfische gefangen, dies obwohl der See bei Angelfischern für den Fang von Karpfen bekannt ist. Dies kann mehrere Gründe haben: Einerseits sind die verwendeten Kiemennetze nicht darauf ausgelegt grosse Karpfen zu fangen. Für einen effizienteren Karpfenfang müsste stärkerer Faden und eine grössere Maschenweite der Netze eingesetzt werden. Andererseits haben wir in anderen Seen auch grössere Karpfen gefangen, wie z.B. 2018 im Sempachersee und das mit den gleichen Netzen. Es kann demnach auch sein, dass der Karpfenbestand im Lauerzersee nicht ganz so hoch ist, wie dies durch die Angelfischer empfunden wird.

**Insgesamt ist die fischereiliche Nutzung des Lauerzersees nachhaltig. Die Fangerträge der Angelfischer sind im schweizweiten Vergleich hoch. Der See ist im heutigen Zustand aus fischereilicher Sicht attraktiv. Besatzmassnahmen sind nicht notwendig, um die Bestände zu erhalten.**

## 6 Schlussfolgerungen und Empfehlungen

Mit der vorliegenden Studie wurde die Fischfauna im Lauerzersee erstmals mit einem methodisch standardisierten Verfahren erhoben. Das standardisierte Vorgehen erlaubt eine Charakterisierung des heutigen Fischvorkommens und ermöglicht einen Vergleich mit den anderen 29 Schweizer Seen, die nach demselben Ansatz beprobt wurden. Ebenso kann die Entwicklung des Fischbestands, auch der fischereilich nicht relevanten Arten, über die Zeit wissenschaftlich verfolgt werden. Diese Aufnahme hatte nicht den Anspruch, ein vollständiges Bild über den Fischbestand im Lauerzersee und dessen Änderung im Jahresverlauf geben zu können.

Der Lauerzersee ist heute ein meso- bis eutropher See mit einer Tendenz zur morphologischen Eutrophierung. Anfang des 20. Jahrhunderts war der Lauerzersee wahrscheinlich mesotroph, eutrophierte in den 1970er-Jahren jedoch stark. Dabei ist die natürliche Fischartenvielfalt im See nur teilweise erhalten geblieben. Heute weist der See im Sommerhalbjahr unterhalb von 5 m bis zum Grund einen starken Sauerstoffmangel auf. Die Seeufer sind teilweise verbaut und schränken den Lebensraum der Fische ein, insbesondere entlang des Südufers. Gewisse Flachwasserbereiche sind jedoch noch gut erhalten und als Moor von nationaler Bedeutung geschützt. Diese Habitate sollten erhalten bleiben. Dazu ist auch eine natürliche Seespiegeldynamik notwendig. Aus diesem Grund ist einer Regulierung des Seespiegels auch aus fischereieökologischer Sicht kritisch entgegenzutreten.

Fische besiedeln Anfang Herbst nur einen Teil des Sees. Sie wurden insbesondere oberhalb von 8 m Tiefe gefangen. Die tieferen Bereiche wurden nicht genutzt, weil die Sauerstoffkonzentration im Tiefenwasser zu niedrig war. Aufgrund der fehlenden tiefen Stellen im See konnten keine kaltstenothermen Arten gefangen werden (z.B. Felchen, Groppe oder Seeforelle). Auffällig ist im Vergleich zu anderen Seen das hohe Aufkommen von standortfremden oder nicht heimischen Arten (Zander,

Kaulbarsch, Sonenbarsch, Schwarzfeder). Darum wird der Fischbestand im Lauerzersee heute als beeinträchtigt angesehen. Die Gründe dafür sind: die hohe Prävalenz von standortfremden Arten, das Sauerstoffdefizit in der Tiefe sowie der Verbauungsgrad der Ufer und der Zuflüsse.

Die heutige fischereiliche Nutzung am Lauerzersee kann als nachhaltig bezeichnet werden. Die Längensverteilung der Fische in den standardisierten Fängen scheinen naturnah zu sein. Das Jungfischauftreten der meisten Fischarten ist gut und es kommen viele grössere und ältere Tiere vor. Ein Fischbesatz ist demnach nicht notwendig, um eine attraktive Fischerei zu ermöglichen. Zudem deuten diese Ergebnisse darauf hin, dass der Befischungsdruck bezogen auf die Produktion des Sees niedrig ist. Im Vergleich mit anderen Seen ist der flächenkorrigierte Fangertrag für die Angelfischer hoch. Der See bietet also im heutigen Zustand für die Fischerei attraktive Fangbedingungen.

Wo möglich sollten Massnahmen getroffen werden, um den Zustand des Sees zu verbessern. Dies gilt insbesondere für den limnologischen Zustand des Sees. Aber auch bei der Seeuferrevitalisierung sollte darauf geachtet werden, dass biologische Hotspots im See, die sich unter anderem bei Zu- und Ausflüssen befinden, prioritär revitalisiert werden. Auf andere Eingriffe wie Kiesentnahmen und neue Uferverbauungen sollte aus ökologischer Sicht verzichtet werden. Die Dynamik des Seespiegels sollte unbedingt beibehalten werden, um die Uferlebensräume zu erhalten.

Schliesslich zeigt die Befischung des Lauerzersees, wie wichtig standardisierte und vergleichbare Aufnahmen der Fischfauna nach der Methodik des «Projet Lac» sind. Sie erlauben einen Einblick in die Bestände von befischten und wenig befischten Fischarten. Weiter legen die Aufnahmen offen, wie sich die Fische im Raum des Sees und über die Habitate verteilen. Auch zeigen sie, wo Defizite in der Qualität der Lebensräume, beispielsweise in der

Tiefe des Sees oder bei den stark verbauten Ufern, zu finden sind. Anhand dieser Aufnahme wird es in

Zukunft möglich sein, die Entwicklung der Fischfauna im Lauerzersee wissenschaftlich zu verfolgen.

## 7 Glossar

**Benthal/benthisch:** Das Benthal ist der Lebensbereich (Biotop) am, auf und im Boden eines Gewässers.

**BPUE:** Beim BPUE wird die Biomasse der gefangenen Fische mit dem Fangaufwand in Beziehung gesetzt.

**CPUE:** Englische Abkürzung für "Catch per unit effort". Im deutschen wird damit der Fang pro Aufwandeinheit verstanden.

**Endemisch/Endemiten:** Als Endemiten werden in der Biologie Pflanzen oder Tiere bezeichnet, die im Gegensatz zu den Kosmopoliten nur in einer bestimmten, räumlich abgegrenzten Umgebung vorkommen. Diese sind in diesem Gebiet endemisch

**Epilimnion:** Das Epilimnion (Epilimnial) nennt man in der physikalischen Limnologie die obere erwärmte und stark bewegte Wasserschicht in einem geschichteten stehenden Gewässer. Das Epilimnion ist durch die Sprungschicht, das Metalimnion, von der unteren Wasserschicht, dem Hypolimnion getrennt.

**Eutroph/Eutrophierung:** Als eutroph wird der gute Ernährungszustand von Organismen und der sie nährenden Umgebung bezeichnet. Der Begriff hat jedoch mehrere, leicht voneinander abweichende Bedeutungen. In der Limnologie bedeutet Eutrophierung die Anreicherung eines vorher gering versorgten Lebensraums mit Nährstoffen. Dadurch kommt es oft zu einem für den gesamten Lebensraum schädlichen Überangebot an Nährstoffen, der zu schwerwiegenden Nachteilen, wie zum Beispiel anoxischen Verhältnissen (Sauerstoffschwund) in Gewässern, führen kann.

**Hypolimnion:** Das Hypolimnion (Hypolimnial) ist die untere, nur durch interne Wellen und deren Ausgleichsströmungen bewegte und ca. 3,98 °C homogen kalte Wasserschicht in einem geschichteten stehenden Gewässer. Das Hypolimnion ist durch die Sprungschicht, das Metalimnion, von der oberen Wasserschicht, dem Epilimnion, getrennt.

**Konfidenzintervall:** Ein Konfidenzintervall (auch Vertrauensintervall, Vertrauensbereich und Erwartungsbereich genannt) ist ein Intervall aus der Statistik, das die Präzision der Lageschätzung eines Parameters (zum Beispiel eines Mittelwerts) angeben soll. Das Konfidenzintervall gibt den Bereich an, der bei unendlicher Wiederholung eines Zufallsexperiments mit einer gewissen Wahrscheinlichkeit (dem Konfidenzniveau) die wahre Lage des Parameters einschliesst.

**Kalt-stenotherme Fischarten:** Bezeichnung für Fischarten, die nur in kühlem Wasser und in einem engen Temperaturbereich leben können.

**Korrelation:** Eine Korrelation beschreibt eine Beziehung zwischen zwei oder mehreren Merkmalen, Ereignissen, Zuständen oder Funktionen. Die Beziehung muss keine kausale Beziehung sein: Manche Elemente eines Systems beeinflussen sich gegenseitig nicht, oder es besteht eine stochastische, also vom Zufall beeinflusste Beziehung zwischen ihnen.

**Korrelationskoeffizient:** Der Korrelationskoeffizient ist ein dimensionsloses Mass für den Grad des Zusammenhangs zwischen zwei mindestens intervallskalierten Merkmalen. Er kann Werte zwischen -1 und +1 annehmen. Bei einem Wert von +1 bzw. -1 besteht ein vollständig positiver (bzw. negativer) Zusammenhang zwischen den betrachteten Merk-

malen. Wenn der Korrelationskoeffizient den Wert 0 aufweist, hängen die beiden Merkmale überhaupt nicht voneinander ab.

**Mesotroph:** Mesotroph werden Gewässer genannt, die sich in einem Übergangsstadium von der Oligotrophie zur Eutrophie befinden. Der Nährstoffgehalt ist höher und Licht kann noch in tiefere Wasserschichten eindringen. Mit zunehmender Dichte des Phytoplanktons ändert sich die Eindringtiefe des Lichtes.

**Metalimnion:** Das Metalimnion (Metalimnial), auch Sprungschicht genannt, ist die Übergangswasserschicht in einem geschichteten stehenden Gewässer. Das Metalimnion bildet den Übergang zwischen der oberen Wasserschicht, dem Epilimnion und der unteren, dem Hypolimnion.

**Multimaschennetz:** Ein für den Fang von Fischen ausgelegtes Kiemennetz, das mehrere Netzblätter mit unterschiedlichen Maschenweite aufweist.

**NPUE:** Beim NPUE wird die Anzahl der gefangenen Fische mit dem Fangaufwand in Beziehung gesetzt.

**Litoral:** Litoral ist eine biologische Bezeichnung für die Uferregion eines Sees. Der zur randlichen, durchlichteten Bodenzone (Benthal) eines Sees gehörende Bereich oberhalb der trophischen Kompensationsebene ist biologisch hochproduktiv und beinhaltet eine artenreiche Fauna und Flora mit hoher Individuendichte.

**Oligotroph:** Oligotroph („nährstoffarm“) sind Gewässer mit wenig Nährstoffen und daher geringer organischer Produktion. Die geringe Phosphatzufuhr begrenzt das Pflanzen- und Algenwachstum. Das Plankton ist zwar artenreich, aber individuenarm. Das Gewässer ernährt nur eine geringe Masse an Fischen. Oligotrophe Gewässer haben oft grobkörnige Uferstrukturen mit geringem Pflanzenbewuchs. Ihr Wasser ist sehr klar. Es erscheint blau bis dunkelgrün. Die Sichttiefe ist in der Regel grösser als 6 m, mindestens aber 3 m.

**Pelagial:** Das Pelagial ist bei Seen der uferferne Freiwasserbereich oberhalb der Bodenzone (Benthal). Bei Seen reicht es von der Seemitte zum Ufer hin, bis zu den ersten wurzelnden Wasserpflanzen.

**Permutationen:** Unter einer Permutation versteht man in der Kombinatorik eine Anordnung von Objekten in einer bestimmten Reihenfolge. Je nachdem, ob manche Objekte mehrfach auftreten dürfen oder nicht, spricht man von einer Permutation mit Wiederholung oder einer Permutation ohne Wiederholung.

**Primärproduktion:** Der Begriff Primärproduktion bezeichnet in der Ökologie die Produktion von Biomasse durch die Produzenten, also Pflanzen, Algen, Cyanobakterien und andere autotrophe Bakterien, mithilfe von Licht oder chemischer Energie aus anorganischen Substanzen.

**Profundal:** Als Profundal wird in der Ökologie der Lebensraum der Tiefenzone von stehenden Gewässern bezeichnet.

**Signifikanz:** Statistisch signifikant wird das Ergebnis eines statistischen Tests genannt, wenn Stichprobendaten so stark von einer vorher festgelegten Annahme (der Nullhypothese) abweichen, dass diese Annahme nach einer vorher festgelegten Regel verworfen werden muss.

**Stochastisch:** Als stochastisch werden Ereignisse oder Ergebnisse bezeichnet, die bei Wiederholung desselben Vorgangs nicht immer, bisweilen sogar nur manchmal eintreten, und deren Eintreten für den Einzelfall nicht vorhersagbar ist.

**Trophigrad:** Der Trophigrad charakterisiert die Nährstoffbedingungen für Pflanzen in terrestrischen und aquatischen Ökosystemen. Er umfasst die Zustandsstufen oligotroph (nährstoffarm), mesotroph (Standorte mit mittlerer Nährstoffversorgung), eutroph (nährstoffreich) und hypertroph (übermässig nährstoffreich).

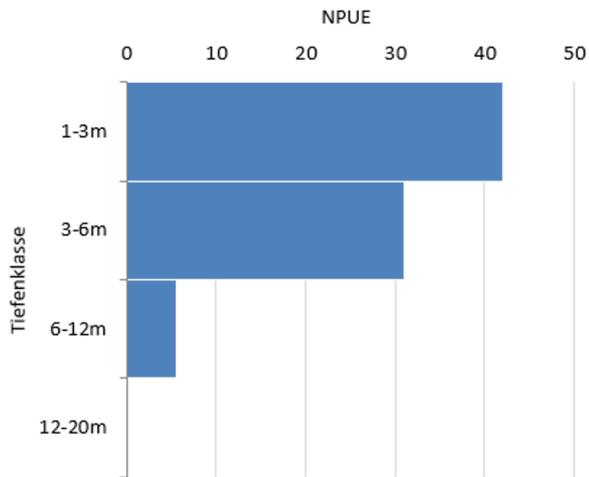
## 8 Literaturverzeichnis

1. Kottelat, M., and J. Freyhof. 2007. *Handbook of European Freshwater Fishes*. Cornol, Switzerland: Publications Kottelat.
2. Vonlanthen, P., D. Bittner, A. G. Hudson, K. A. Young, R. Müller, B. Lundsgaard-Hansen, D. Roy, C. R. Largiadèr, and O. Seehausen. 2012. Anthropogenic eutrophication drives extinction by speciation reversal in adaptive radiations. *Nature* 482: 375–362.
3. Karr, J. R. 1981. Assessment of biotic integrity using fish communities. *Fisheries* 6: 21–27.
4. Degiorgi, F., and J. C. Raymond. 2000. *Guide technique - Utilisation de l'ichtyofaune pour la détermination de la qualité globale des écosystèmes d'eau courante*. Bron.
5. AquaPlus. 2002. *Entwicklung des Gesamtphosphors im Lauerzersee anhand der im Sediment eingelagerten Kieselalgen*. Zug: Auftraggeber: Amt für Umweltschutz, Kanton Schwyz.
6. Limnex. 2015. *Limnologischer Zustand Lauerzersee 2014/2015*. Brugg: Auftraggeber: Amt für Umweltschutz, Schwyz.
7. Degiorgi, F. 1994. Etude de l'organisation spatiale de l'ichtyofaune lacustre. **Besançon**: Université de Franche-Comté.
8. Degiorgi, F., J. Guillard, J. P. Grandmottet, and D. Gerdaux. 1993. Les techniques d'étude de l'ichtyofaune lacustre utilisés en France: bilan et perspectives. *Hydroécol. Appl.* 5: 27–42.
9. DIN EN 14757. 2015. *Wasserbeschaffenheit - Probenahme von Fischen mittels Multi-Maschen-Kiemennetzen; Deutsche Fassung EN 14757:2015*. DIN - Normausschuss Wasserwesen (NAW).
10. Appelberg, M., B. Berquist, and E. Degerman. 2000. Using fish to assess environmental disturbance of Swedish lakes and streams - a preliminary approach. *Verhandlungen der Internationalen Vereinigung für Theoretische und Angewandte Limnologie*: 311–315.
11. AquaPlus. 2006. *Trophiegrad des Lauerzersees im Zeitraum von 1904 bis 1919*. Zug: Auftrag: Amt für Umwelt, Kanton Schwyz.
12. EAWAG. 2006. *Sanierungsziele Lauerzersee. P-Reduktionsziele zur Verbesserung der Sauerstoffbedingungen im Tiefenwasser des Lauerzersees während der Sommerstagnation unter Berücksichtigung von geogenem Methan*. Kastanienbaum: Auftraggeber: Amt für Umweltschutz, Kanton Schwyz.
13. Alexander, T. J., P. Vonlanthen, G. Périat, F. Degiorgi, J. C. Raymond, and O. Seehausen. 2015. Estimating whole-lake fish catch per unit effort. *Fisheries Research* 172: 287–302.
14. Hartmann, G. L. 1827. *Helvetische Ichthyologie, oder ausführliche Naturgeschichte der in der Schweiz sich vorfindenden Fische...* Zürich: Orell, Füssli und Compagnie.
15. Steinmann, P. 1948. *Schwizerische Fischkunde*. Aarau: H.R.Sauerländer und co.
16. Nufer, W. 1905. Die Fische des Vierwaldstättersees und ihre Parasiten. *Mitteilungen der Naturforschenden Gesellschaft Luzern* 5.
17. Zaugg, B., P. Stucki, J. C. Pedroli, and A. Kirchhofer. 2003. *Fauna Helvetica - Pisces Atlas*. Neuchâtel: CSCF/SZKF.
18. Zaugg, B. 2018. *Fauna Helvetica - Pisces - Atlas*. CSCF.
19. Steinmann, P. 1950. Monographie der schweizer Koregonen. *Schweizerische Zeitschrift für Hydrologie* 12+13.
20. AquaPlus. 2002. *Die Verbreitung der Fischarten des Kantons Schwyz*. Militär- und Polizeidepartement des Kantons Schwyz, Fischerei- und Jagdverwaltung.
21. Fujimori, Y., and T. Tokai. 2001. Estimation of gillnet selectivity curve by maximum likelihood method. *Fisheries Science* 67: 644–654.
22. Regier, H.A., and D.S. Robson. 1966. Selectivity of Gill Nets Especially to Lake Whitefish. *Journal of the Fisheries Research Board of Canada* 23: 423–454.
23. Kreienbühl, T., and P. Vonlanthen. 2018. *Überprüfung der Fangmindestmasse und Schonzeiten - Kanton Aargau*. Auftraggeber: Kanton Aargau, Departement Bau, Verkehr Und Umwelt, Abteilung Wald, Sektion Jagd Und Fischerei. Aarau: ECQUA.

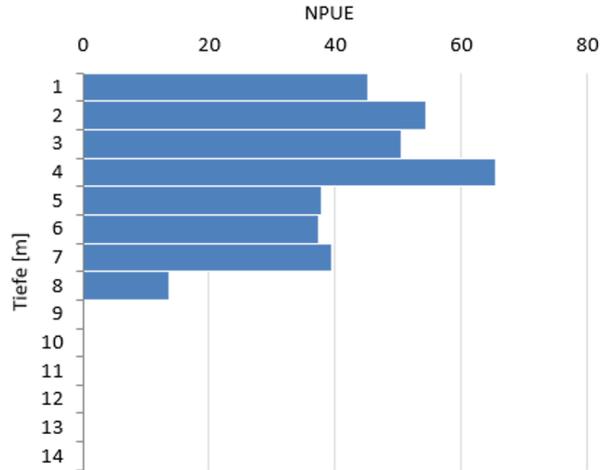
# 9 Anhang

## 9.1 Tiefenverteilung der Fänge

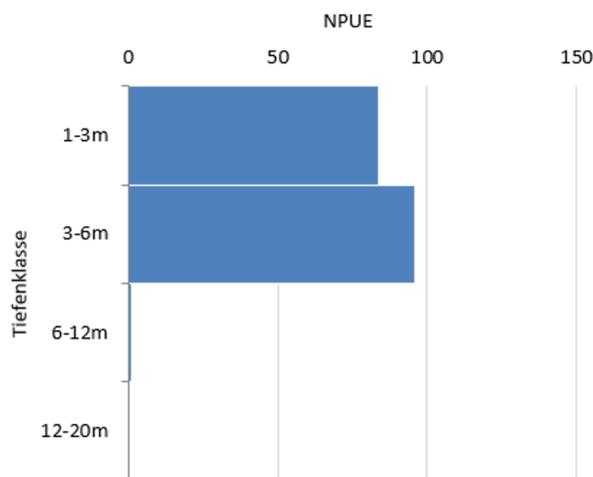
**Bodennetze / Rotaugen**



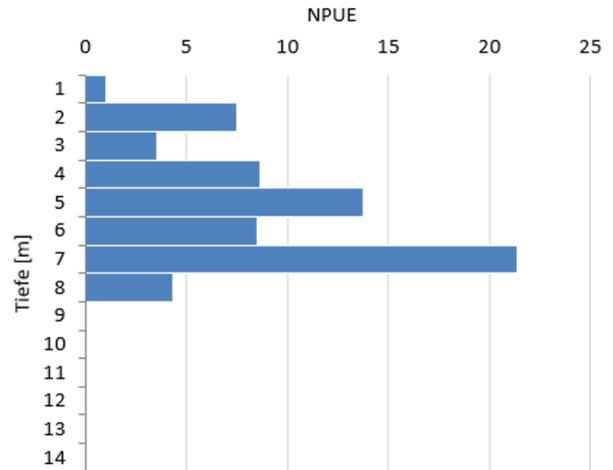
**Vertikalnetze / Rotaugen**



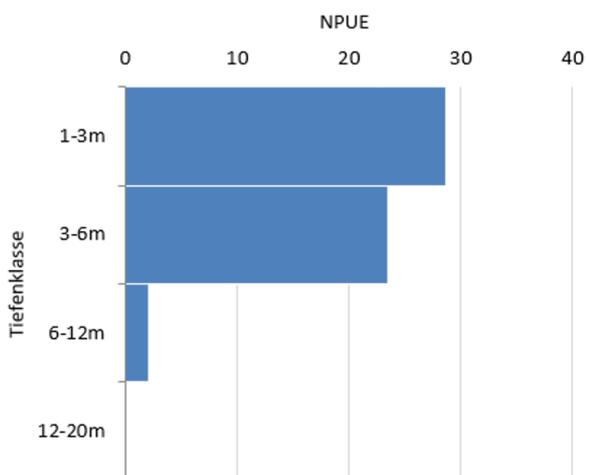
**Bodennetze / Flussbarsch**



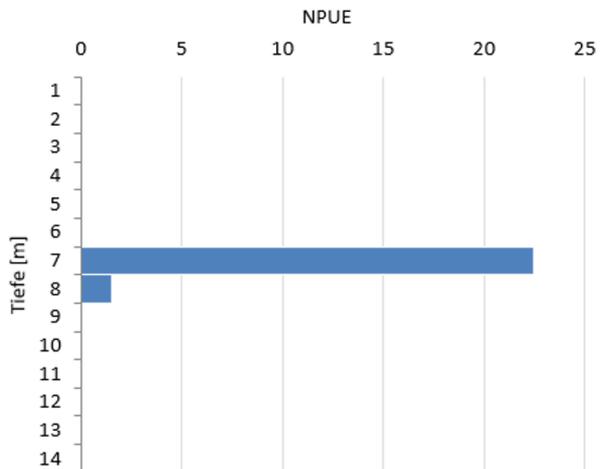
**Vertikalnetze / Flussbarsch**



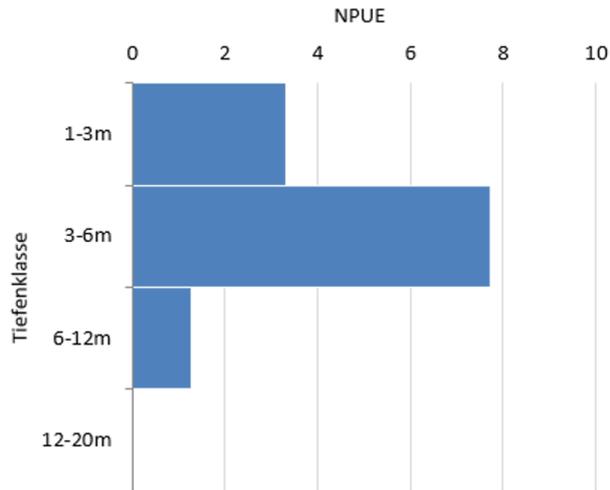
**Bodennetze / Kaulbarsch**



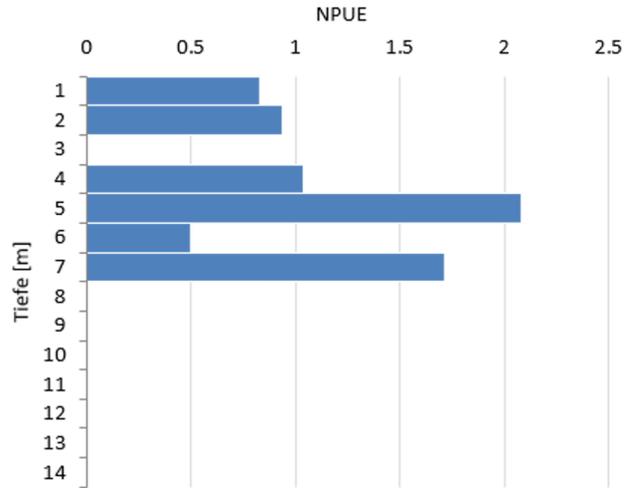
**Vertikalnetze / Kaulbarsch**



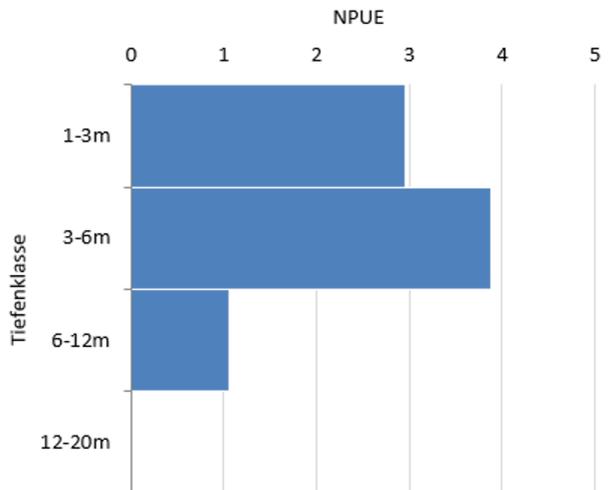
**Bodennetze / Zander**



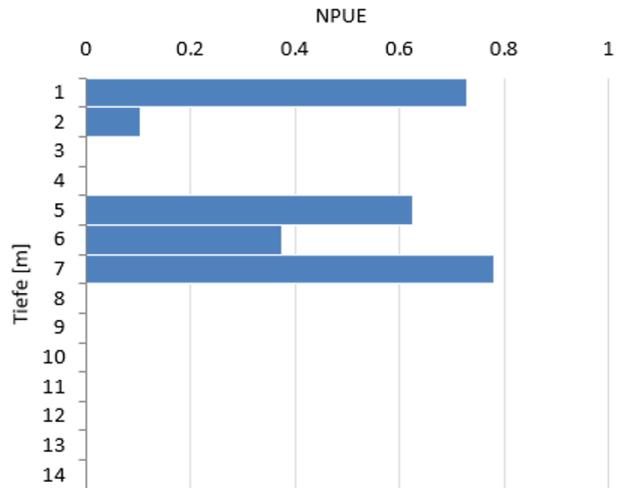
**Vertikalnetze / Zander**



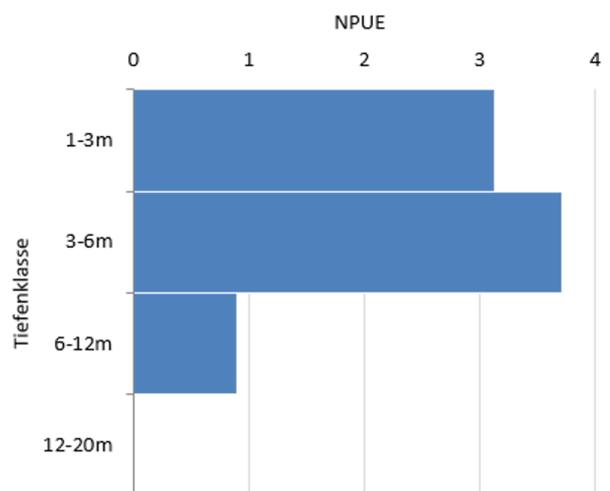
**Bodennetze / Brachse**



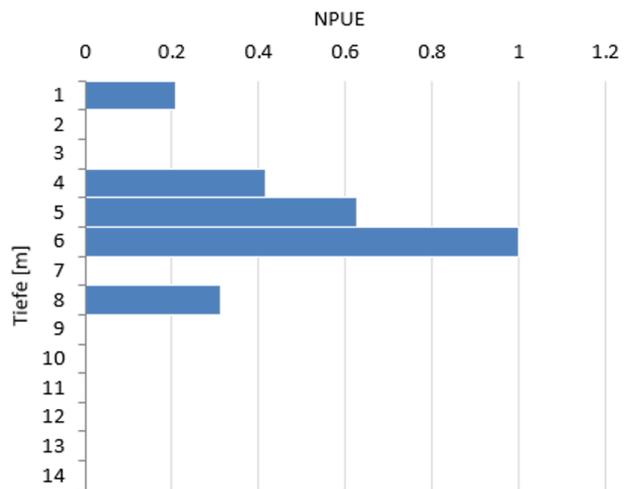
**Vertikalnetze / Brachse**



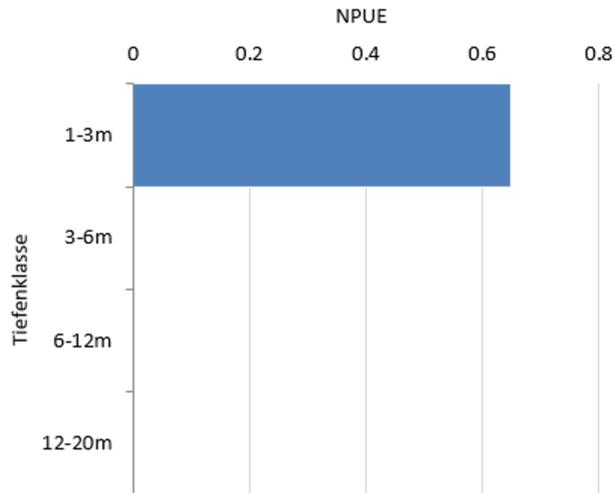
**Bodennetze / Blicke**



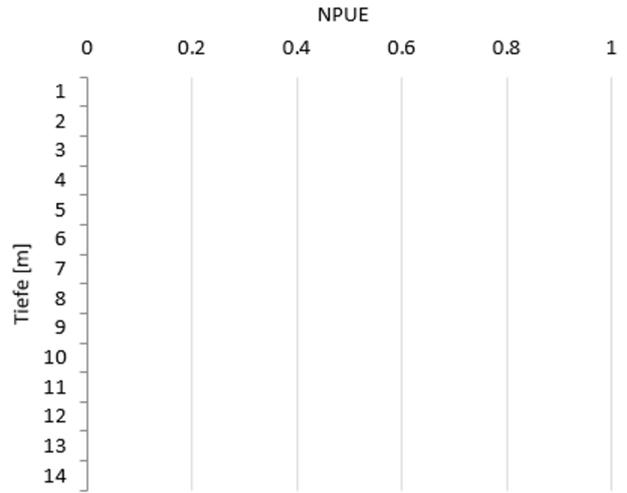
**Vertikalnetze / Blicke**



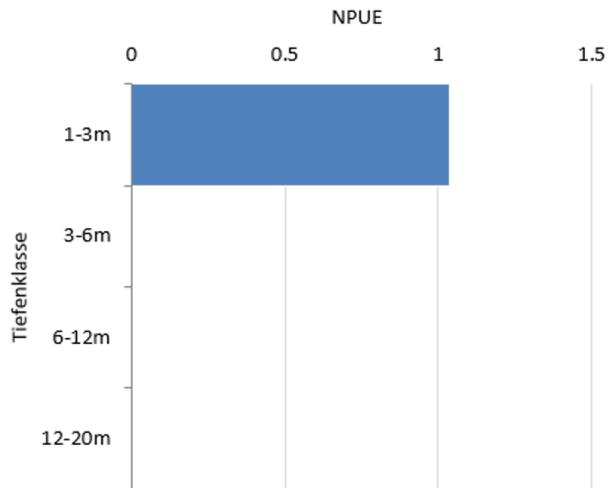
**Bodennetze / Sonnenbarsch**



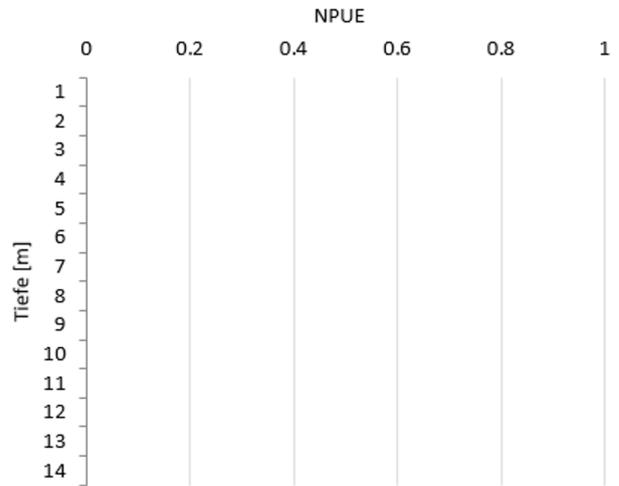
**Vertikalnetze / Sonnenbarsch**



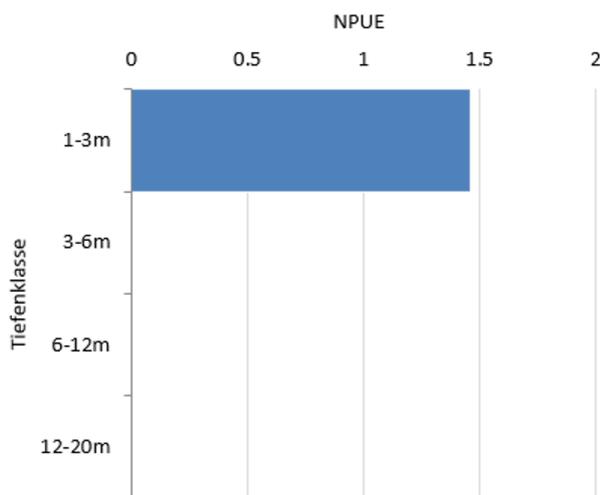
**Bodennetze / Alet**



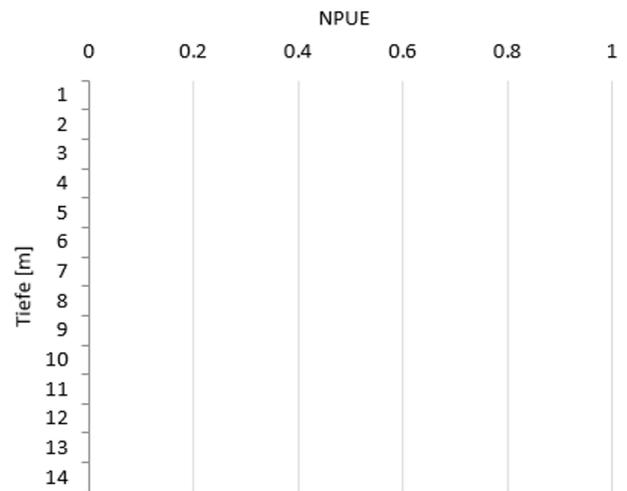
**Vertikalnetze / Alet**



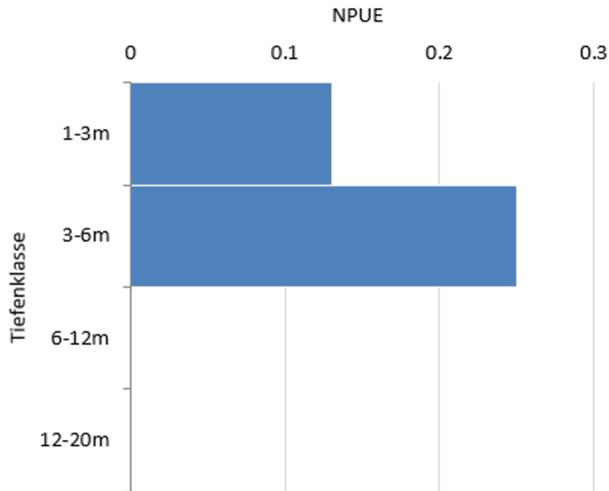
**Bodennetze / Rotfeder**



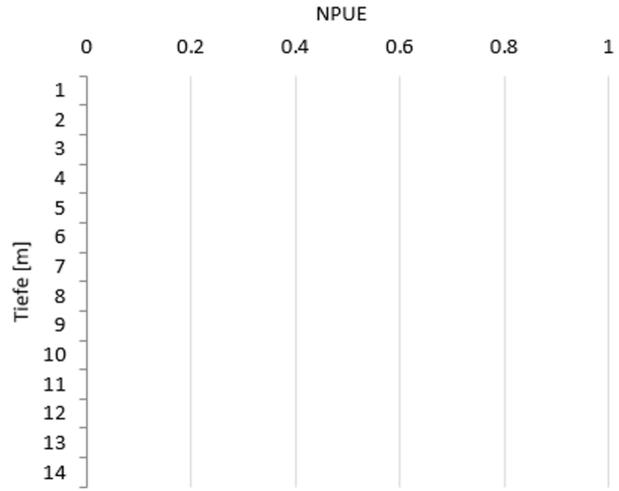
**Vertikalnetze / Rotfeder**



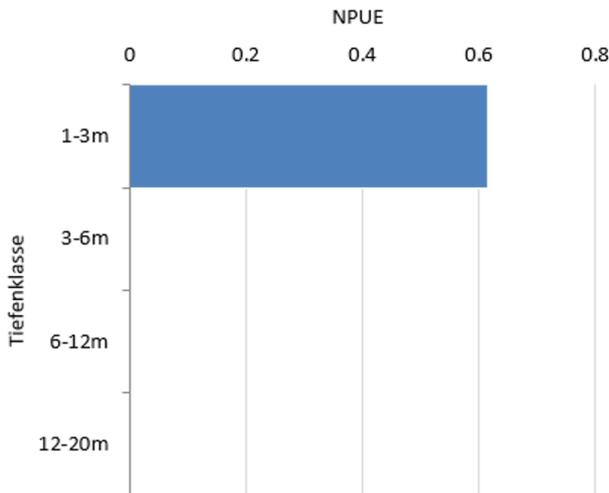
**Bodennetze / Schleie**



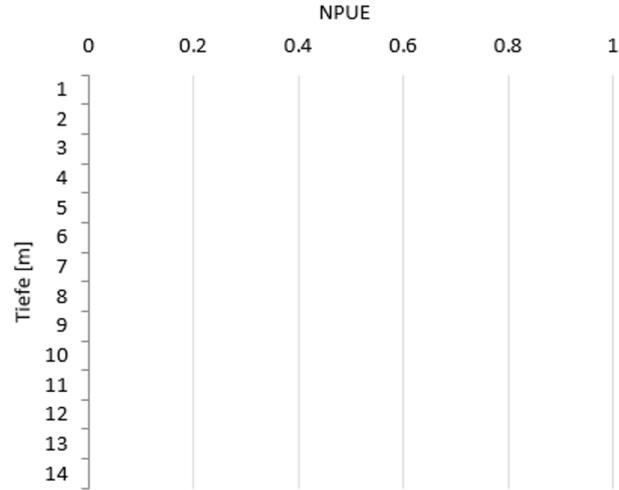
**Vertikalnetze / Schleie**



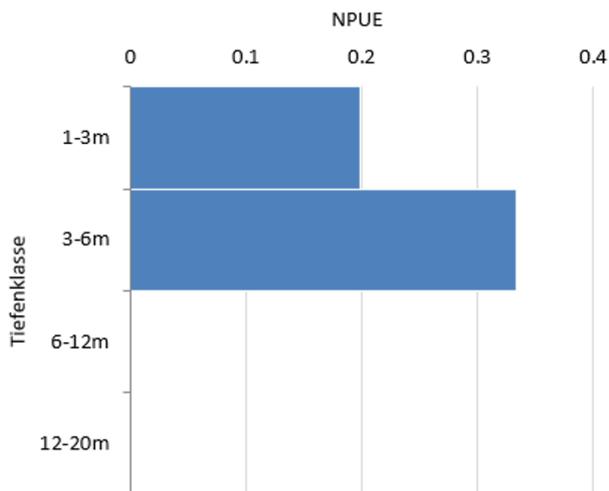
**Bodennetze / Gründling**



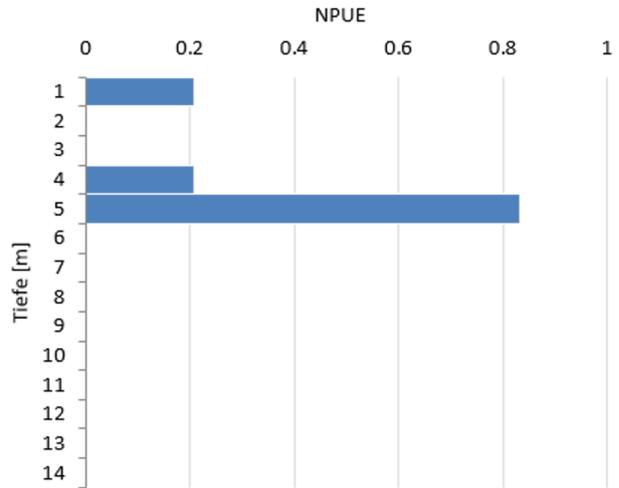
**Vertikalnetze / Gründling**



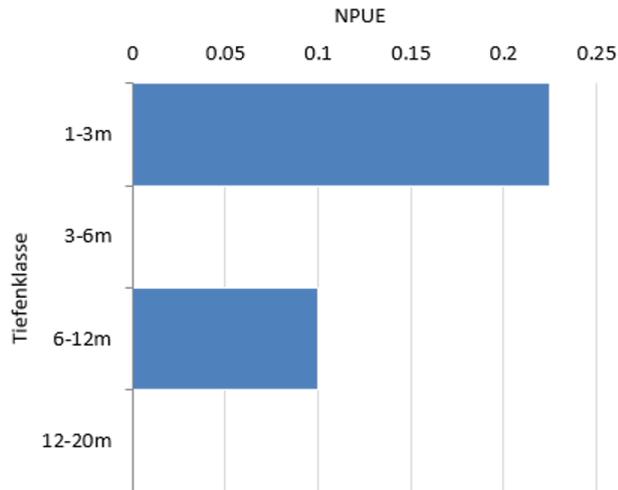
**Bodennetze / Laube**



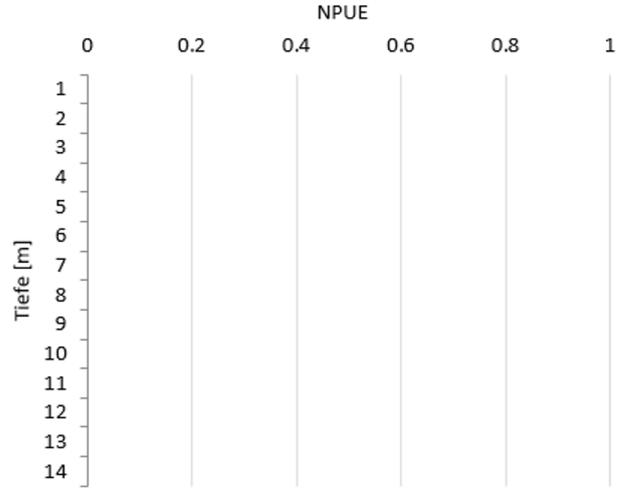
**Vertikalnetze / Laube**



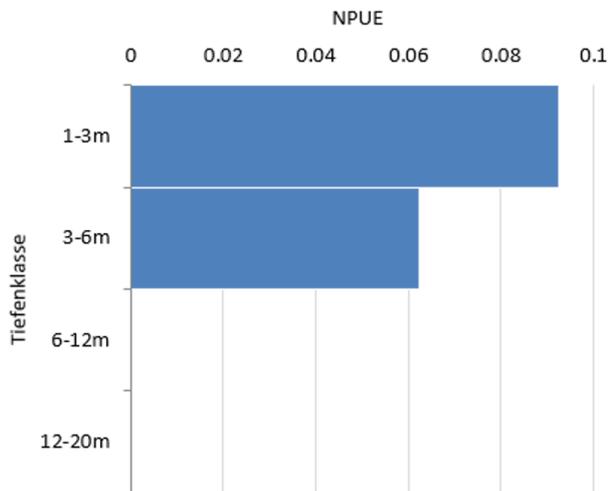
**Bodennetze / Karpfen**



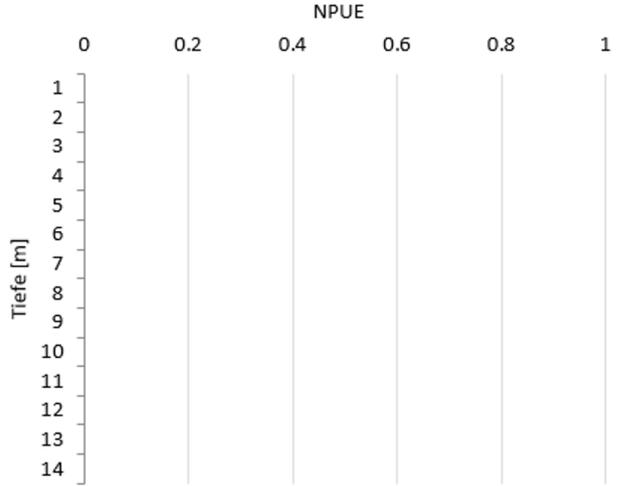
**Vertikalnetze / Karpfen**



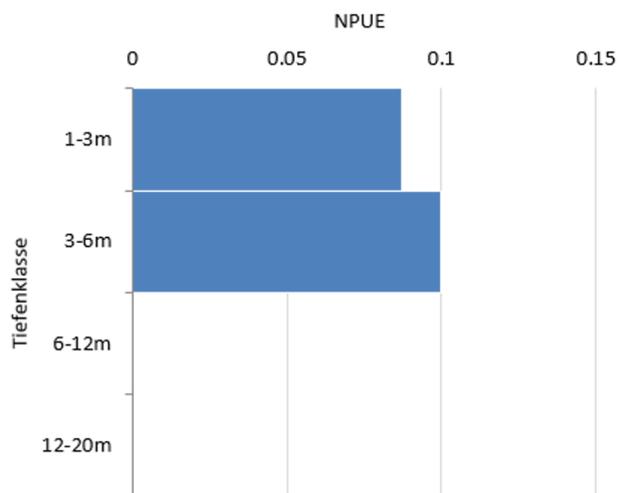
**Bodennetze / Hecht**



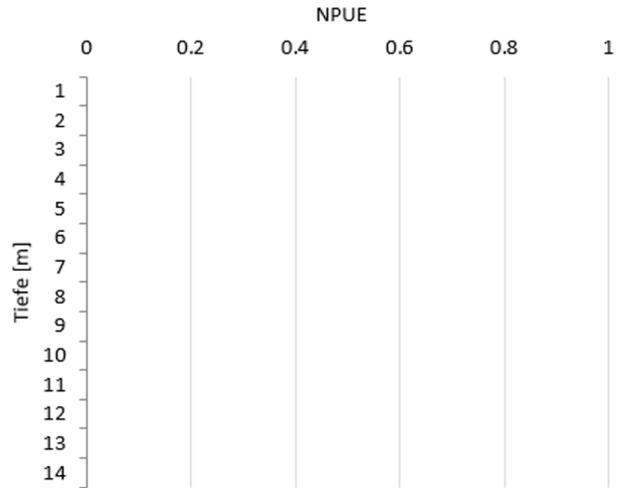
**Vertikalnetze / Hecht**



**Bodennetze / Kamberkreb**

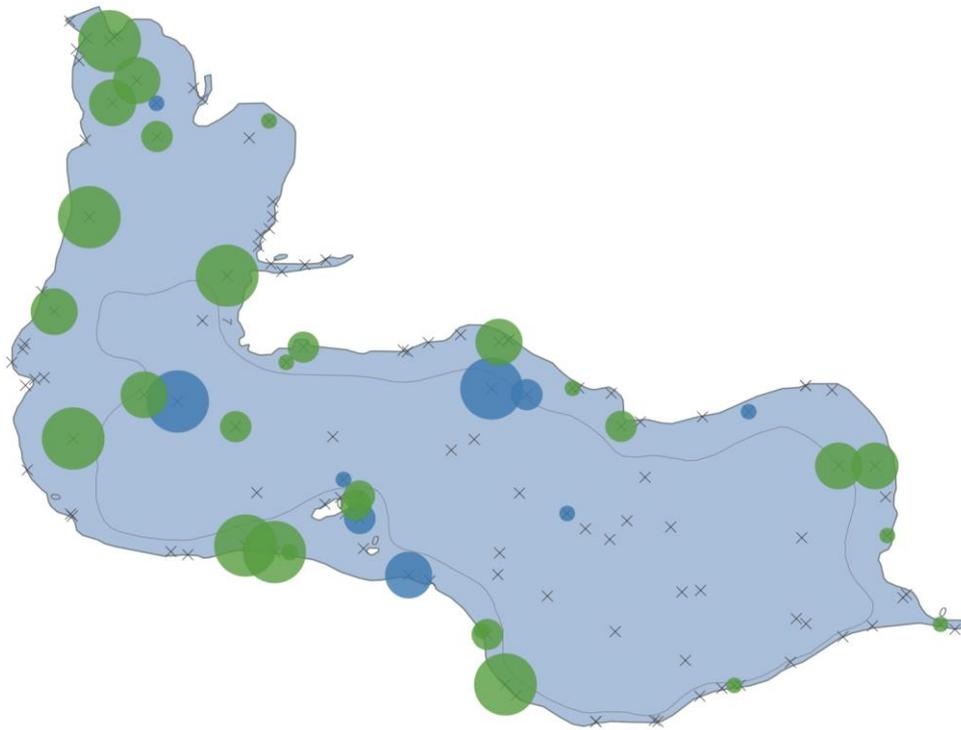


**Vertikalnetze / Kamberkreb**



## 9.2 Geografische Verteilung

### Blicke (Blicca bjoerkna)



#### Legende

× Befischungsstandorte

NPUE benthische Netze

● bis 1.34

● bis 4.00

● bis 5.29

● bis 12.12

NPUE vertikale Netze

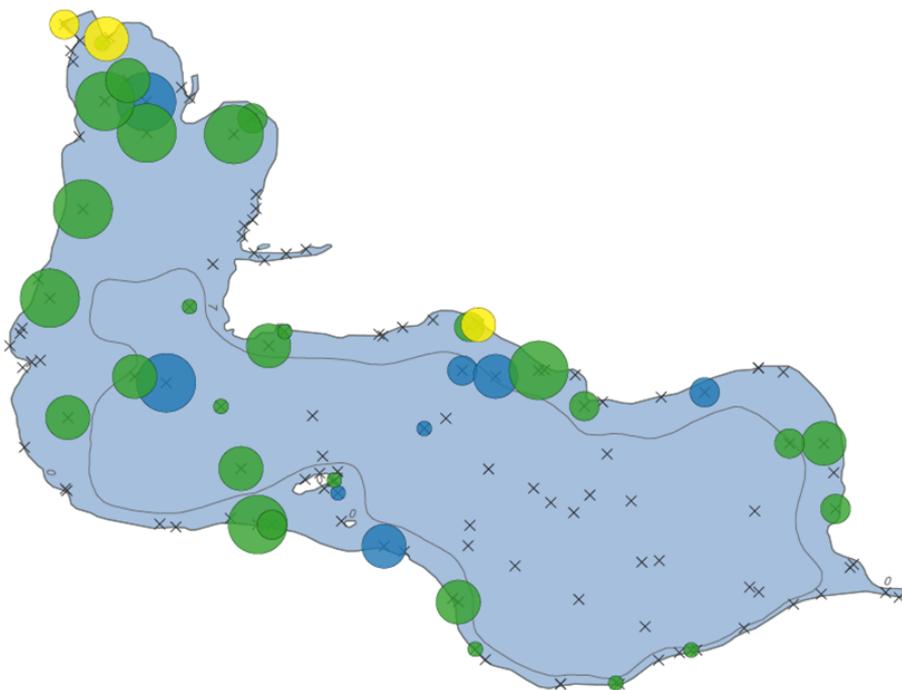
● bis 2.50

● bis 5.00

● bis 6.00

● bis 7.50

### Brachse (Abramis brama)



#### Legende

× Befischungsstandorte

NPUE elektrische Befischungen

● bis 0.067

● bis 0.100

● bis 0.183

● bis 0.267

NPUE benthische Netze

● bis 1.00

● bis 1.86

● bis 8.15

● bis 11.62

NPUE vertikale Netze

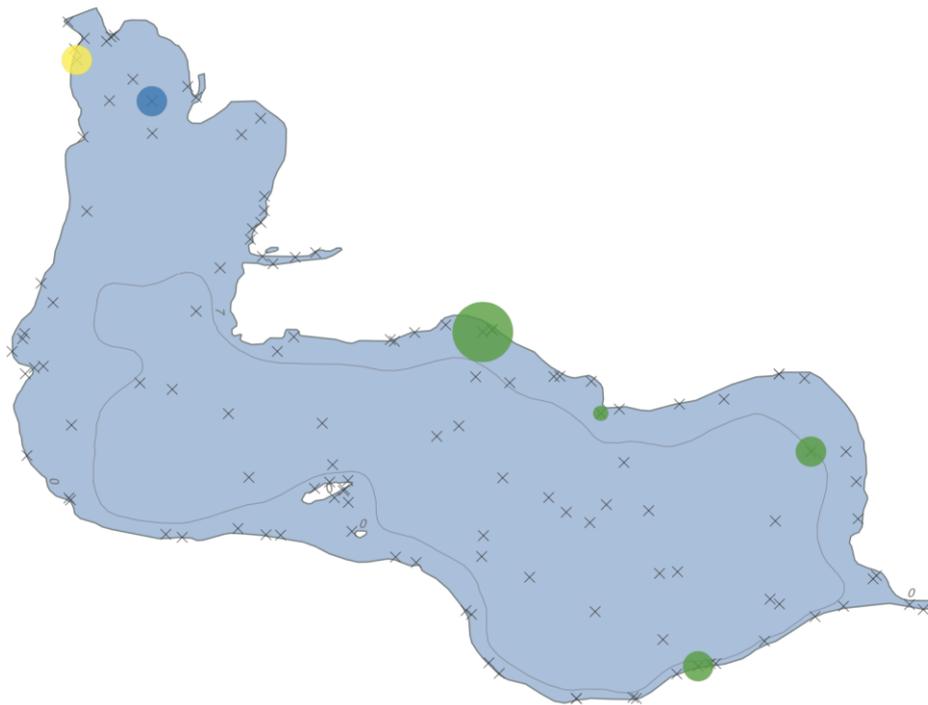
● bis 4.1

● bis 6.2

● bis 8.1

● bis 11.2

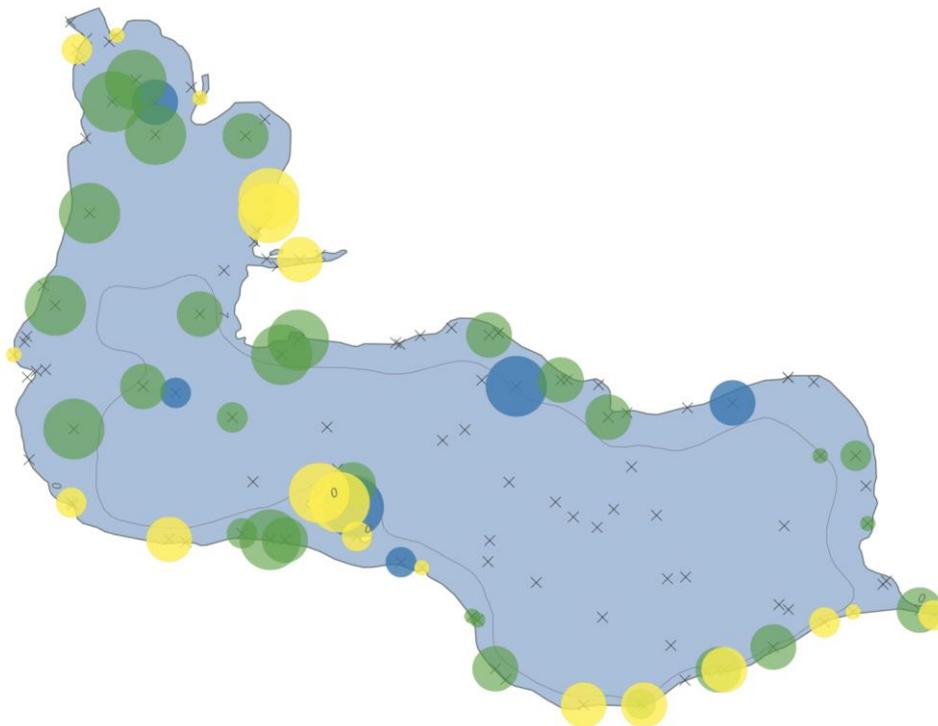
Hecht (*Esox lucius*)



Legende

- × Befischungsstandorte
- NPUE elektrische Befischungen
  - bis 0.033
- NPUE benthische Netze
  - bis 0.594
  - bis 0.625
  - bis 0.719
  - bis 1.000
- NPUE vertikale Netze
  - bis 0.5

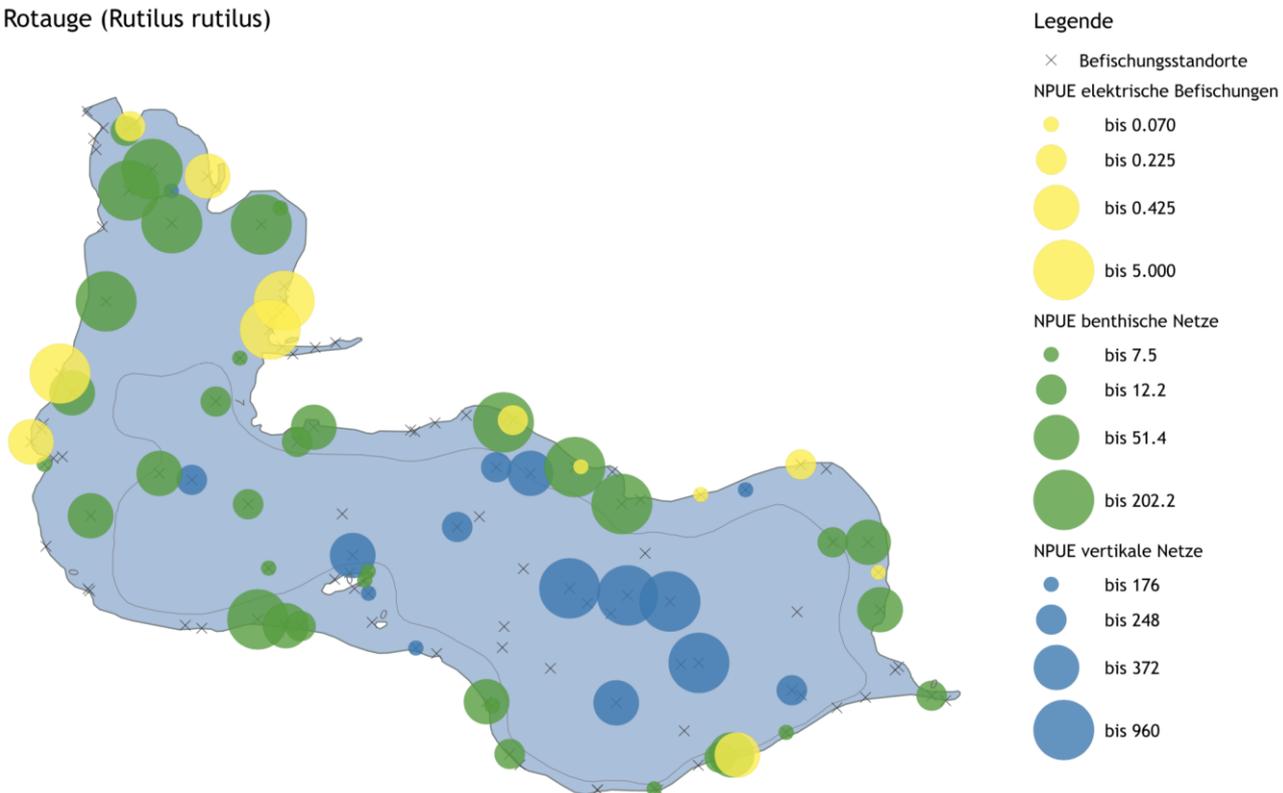
Kaulbarsch (*Gymnocephalus cernua*)



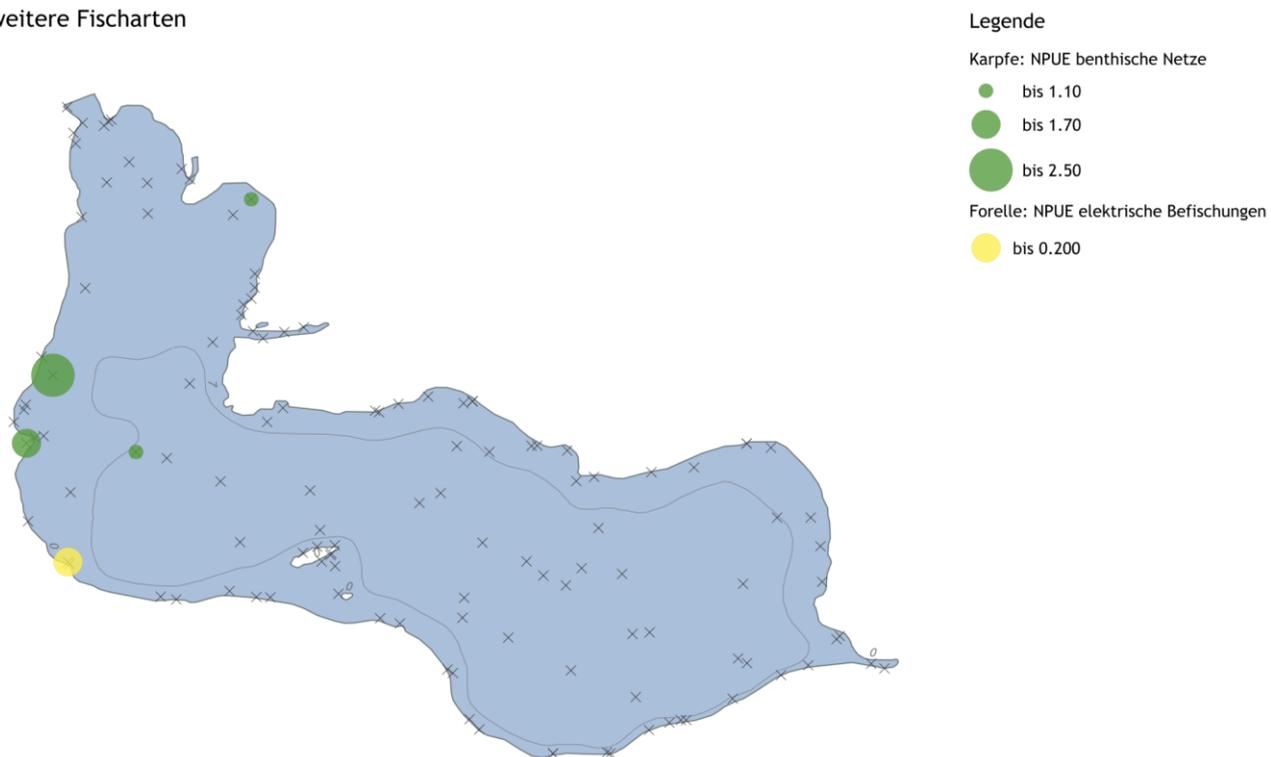
Legende

- × Befischungsstandorte
- NPUE elektrische Befischungen
  - bis 0.175
  - bis 0.269
  - bis 0.700
  - bis 2.000
- NPUE benthische Netze
  - bis 3.7
  - bis 9.5
  - bis 24.2
  - bis 66.0
- NPUE vertikale Netze
  - bis 17.8
  - bis 34.2
  - bis 125.0

Rotauge (Rutilus rutilus)



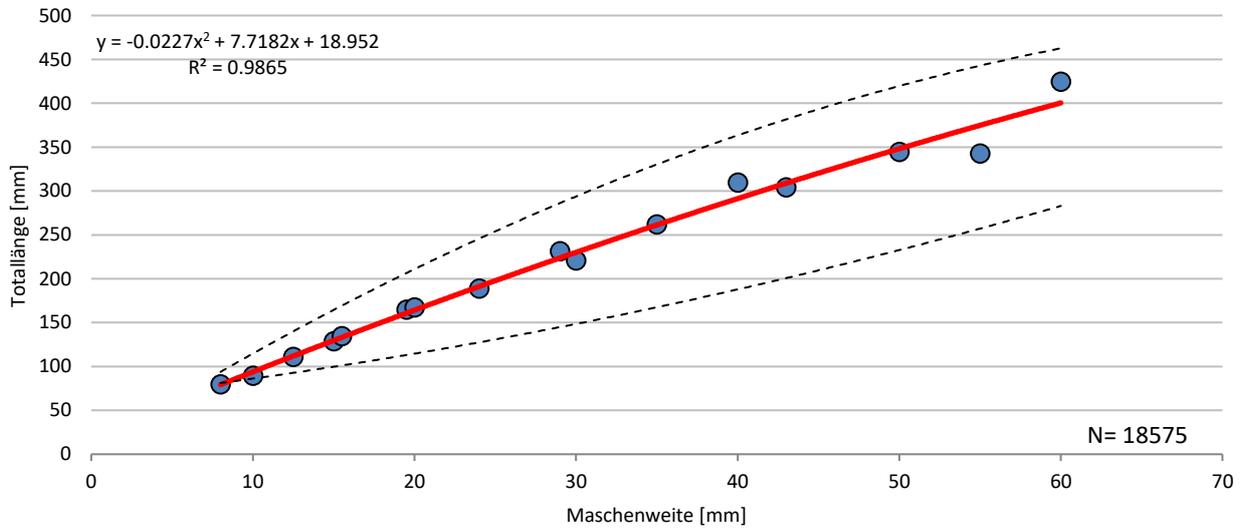
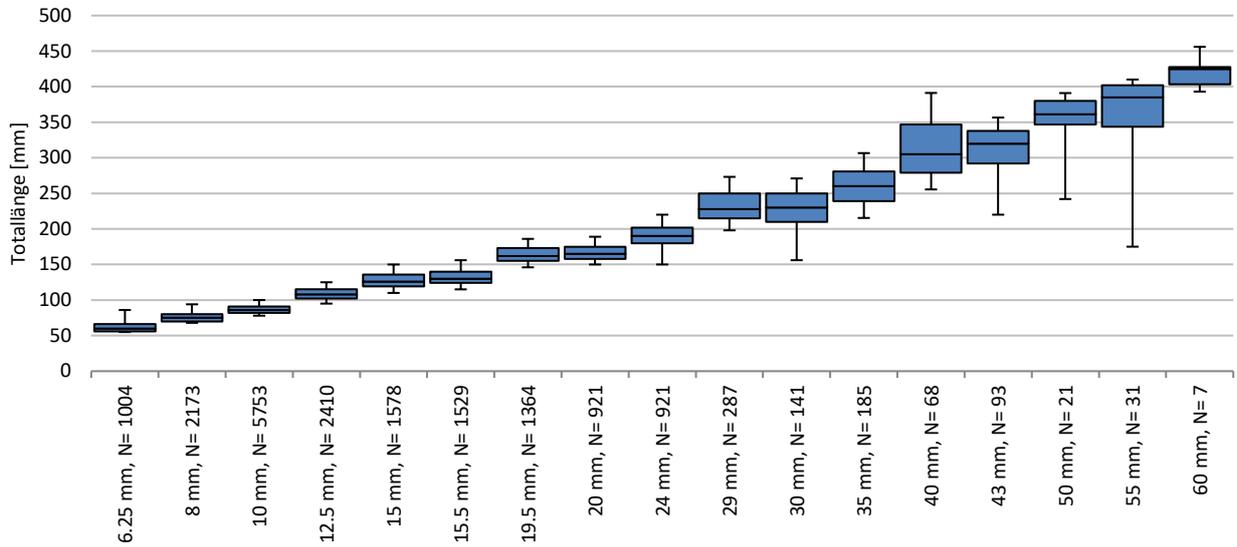
weitere Fischarten



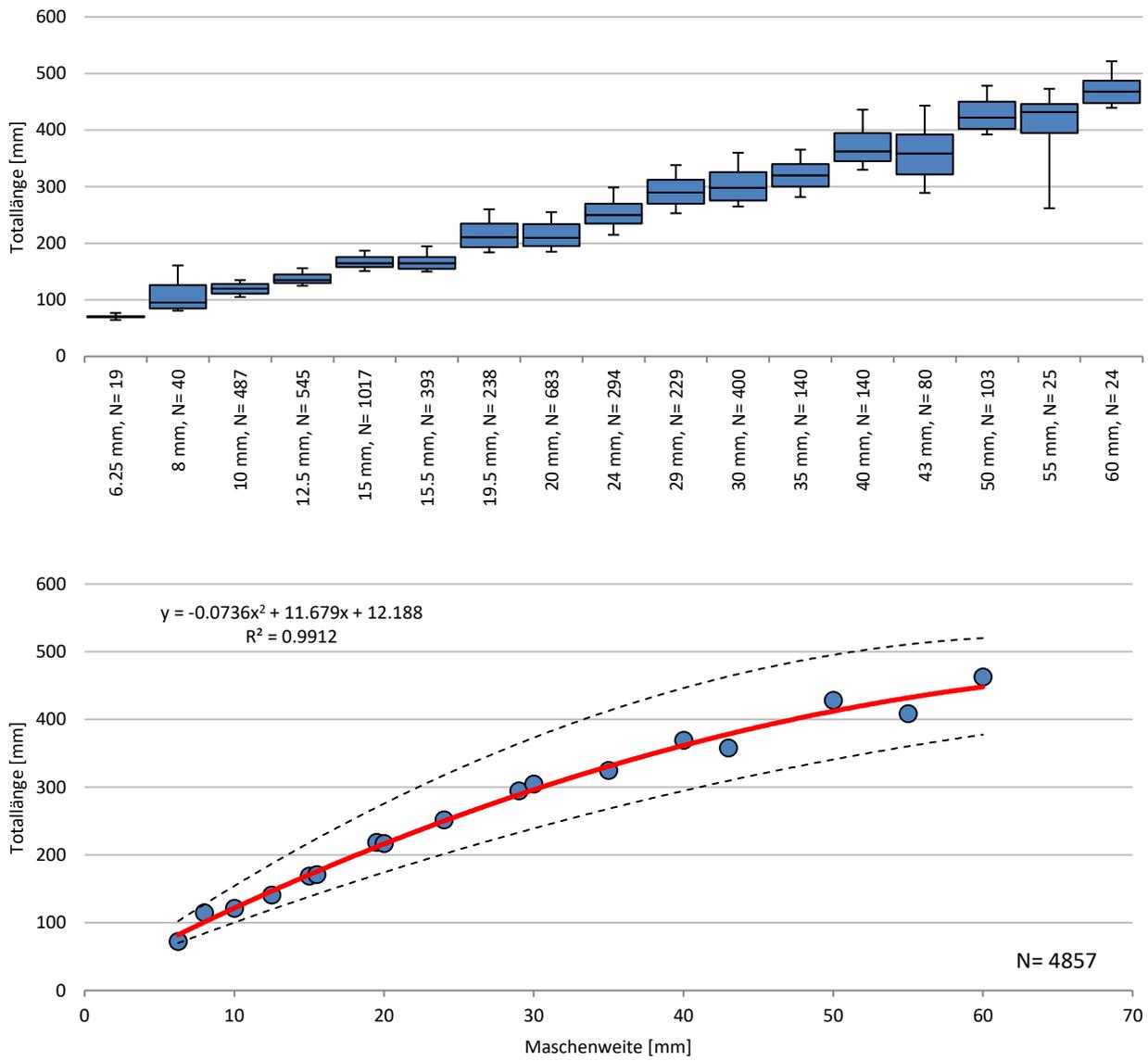
### 9.3 Längenselektivität von Maschenweiten

Dabei handelt es sich um die Resultate der Fänge aus allen im Rahmen des «Projet Lac» und bei den anschließenden standardisierten Befischungen untersuchten Seen.

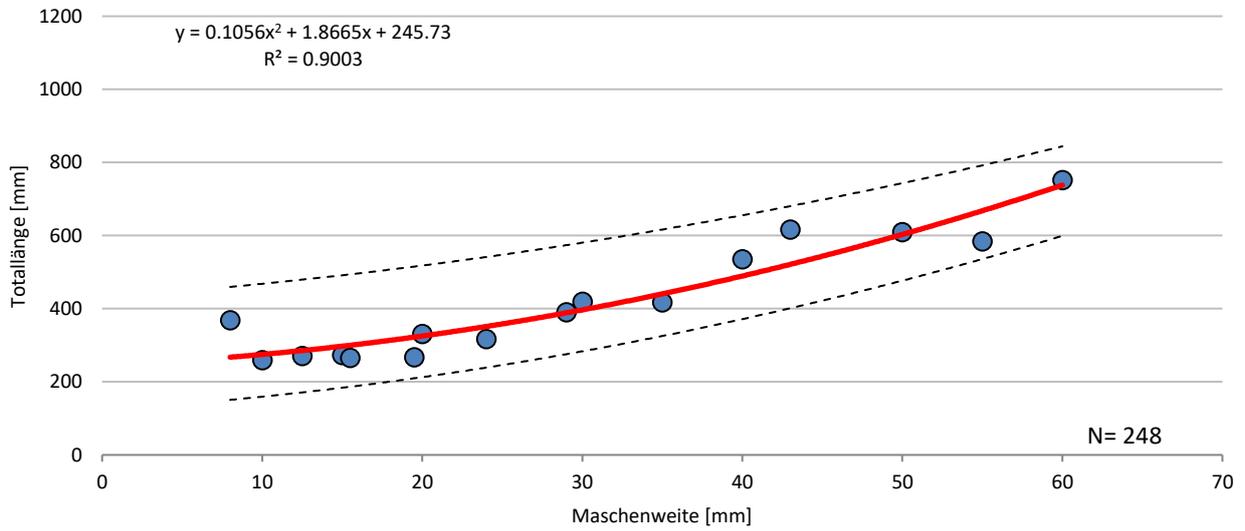
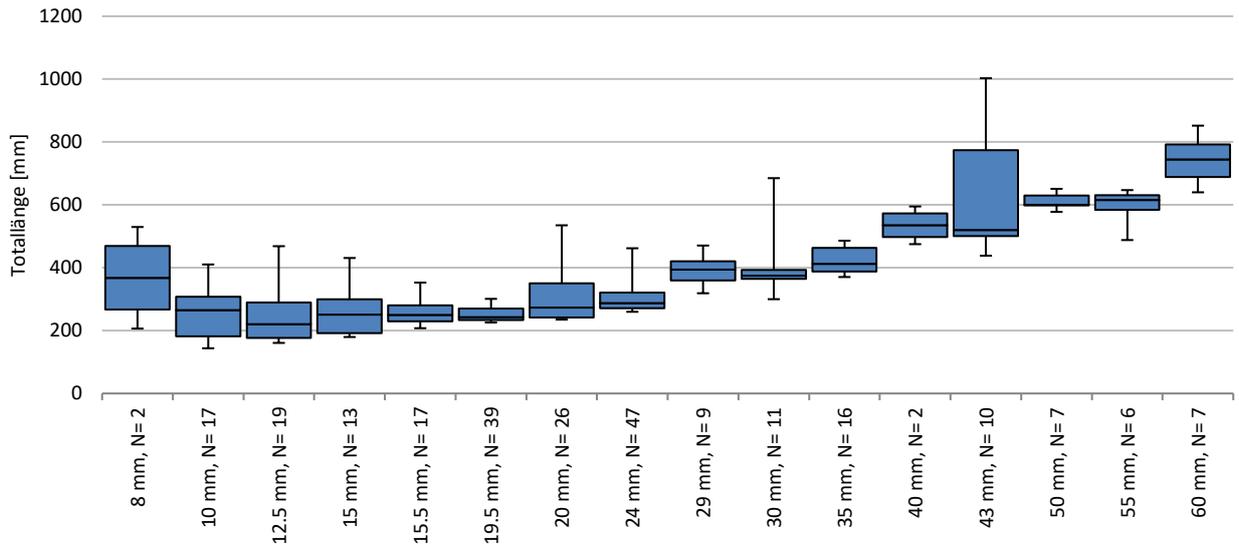
#### 9.3.1 Flussbarsch



9.3.2 Felchen



9.3.3 Hecht



### 9.3.4 Rotauge

