



# STANDARDISIERTE BEFISCHUNG BALDEGGERSEE

---

Resultate der Erhebungen von 2023



## Impressum

### Auftraggeber

Kanton Luzern  
Iawa  
Natur, Jagd und Fischerei  
6210 Sursee  
Centralstrasse 33  
Tel.: +41 41 349 74 85

### 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

### Autoren

Pascal Vonlanthen: [p.vonlanthen@aquabios.ch](mailto:p.vonlanthen@aquabios.ch)  
Antoine Roulin: [antoine.roulin@aquabios.ch](mailto:antoine.roulin@aquabios.ch)  
Guy Périat: [periat@teleos.info](mailto:periat@teleos.info)

**Zitiervorschlag:** Vonlanthen, P., Roulin, A. & Périat, G., 2024. Standardisierte Befischung Baldeggersee. Aquabios GmbH. Auftraggeber: Kanton Luzern, Iawa, Natur, Jagd und Fischerei.

**Foto Titelseite:** Aussicht auf den Baldeggersee (Foto © B. Vejux).

### Danksagung

Wir danken der Abteilung Natur, Jagd und Fischerei der Dienststelle Landwirtschaft und Wald des Kantons Luzern für den Auftrag. Olivier Menz, Sebastian Kaufmann, Anita Schmid, Peter Ulmann, Jonathan Paris, Hervé Décourcière, Tim Alexander, Michel Dedual, Timon Polli, Erwin Schäffer, Judy Dos Santos und Bastien Vejux danken wir für die tatkräftige Unterstützung bei den Feldarbeiten. Robert Lovas danken wir für die zur Verfügung Stellung der limnologischen Daten.

# 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 FISCHBESTÄNDE	5
2.2	FISCHE ALS INDIKATOREN FÜR DEN ZUSTAND EINES SEES	5
2.3	ZIELSETZUNG DER STANDARDISIERTEN BEFISCHUNG DES BALDEGGERSEE VON 2023	6
2.4	DER BALDEGGERSEE	6
<b>3</b>	<b>METHODEN</b>	<b>7</b>
3.1	KARTIERUNG DER UFERHABITATE	7
3.2	BEFISCHUNG	8
3.3	DATENERFASSUNG UND SAMMLUNG VON PROBEN	10
3.4	ZUSÄTZLICH EINBEZOGENE DATEN	11
<b>4</b>	<b>RESULTATE</b>	<b>12</b>
4.1	PHYSIKALISCHE UND CHEMISCHE DATEN	12
4.2	HABITATKARTIERUNG	14
4.3	STANDARDISIERTE BEFISCHUNG	17
4.4	VERGLEICH MIT HALLWILERSEE	26
4.5	FISCHEREILICHE ASPEKTE	31
4.6	VERGLEICHE MIT ANDEREN SEEN	33
<b>5</b>	<b>DISKUSSION</b>	<b>34</b>
5.1	ÖKOLOGISCHE BEWERTUNG DES BALDEGGERSEE	34
5.2	VERGLEICH MIT HALLWILERSEE	35
5.3	FISCHEREILICHE NUTZUNG	36
<b>6</b>	<b>SCHLUSSFOLGERUNGEN</b>	<b>37</b>
<b>7</b>	<b>GLOSSAR</b>	<b>38</b>
<b>8</b>	<b>LITERATURVERZEICHNIS</b>	<b>40</b>
<b>9</b>	<b>ANHANG</b>	<b>41</b>
9.1	TIEFENVERTEILUNG DER FÄNGE VON 2023	41
9.2	GEOGRAFISCHE VERTEILUNG DER FÄNGE VON 2023 (NPUE)	45
9.3	LÄNGENSELEKTIVITÄT VON MASCHENWEITEN	53
9.4	SIGNIFIKANZ VON UNTERSCHIEDEN	57

# 1 Zusammenfassung

In den schweizerischen Voralpenseen leben überdurchschnittlich viele endemische Fischarten, für welche die Schweiz eine besondere Verantwortung trägt. Um ein Ökosystem mit den darin lebenden Organismen schützen und erhalten zu können, muss dessen Zustand bekannt sein. Erst seit 2010 wurden mit dem Forschungsprojekt «Projet Lac» in den grossen und teils auch tiefen Alpenrand- und Mittellandseen umfassende und standardisierte Aufnahmen des Fischbestands durchgeführt. Dabei kamen teils überraschende Erkenntnisse zu Tage. So wurden beispielsweise mit genetischen Untersuchungen bisher nicht bekannte Arten identifiziert.

Die Entwicklung des Fischbestands in den Seen lässt sich künftig verfolgen, wenn die Datenerhebungen mittel- bis langfristig mit derselben Methodik wiederholt werden. Der vorliegende Bericht umfasst sämtliche Ergebnisse der Befischungen, die im Baldeggersee vom 17. bis 20. September 2023 zum ersten Mal durchgeführt wurde.

Der limnologische Zustand entspricht dem eines **kleinen, tiefen und mesotrophen Voralpensees**. Die negativen Auswirkungen der Eutrophierung wurden im Laufe des 20. Jahrhunderts durch eine Verbesserung der Wasserqualität, insbesondere durch eine stark verringerte Nährstoffzufuhr, deutlich verbessert. Trotzdem tritt noch heute jedes Jahr vom späten Frühjahr bis zum Herbst ein Sauerstoffmangel auf, der das Vorkommen von an die Tiefe angepassten Fischarten einschränkt. Durch die Unterstützung der Zirkulation im Winter und die Sauerstoffzufuhr im Sommer werden diese Auswirkungen allerdings etwas gemildert. **So konnten im Rahmen der Befischung Fische bis in Tiefen von 50 Metern nachgewiesen werden. Die tiefsten Stellen des Sees und ein Bereich zwischen 12-25m im Metalimnion werden aber nach wie vor von Fischen gemieden.**

**Die Ufer des Sees sind im Vergleich mit anderen Schweizer Seen wenig verbaut und oftmals naturnah.** Der Baldeggersee hat eine der naturbelassensten Uferlinien von grösseren Schweizer Seen. Die

Vernetzung zwischen aquatischen und terrestrischen Lebensräumen ist in lediglich 10 % der Uferlinie unzureichend. **Das ökologische Potenzial für eine Renaturierung der Seeufer ist für viele Arten demnach nur lokal vorhanden.**

Die standardisierten Fänge werden heute durch **Flussbarsche und Rotaugen dominiert**. Flussbarsche und Rotaugen sind vor allem in Ufernähe in hohen Dichten vorhanden, treten aber im gesamten See auf. Sie halten sich überwiegend in den ersten 10 Metern der Wassersäule auf. Felchen wurden im Pelagial und an der Halde gefangen.

Insgesamt entspricht der Baldeggersee heute einem Flussbarschsee. Die Fischartenzusammensetzung kann jedoch nicht als naturnah bezeichnet werden. Felchen überleben heute im See mit grosser Wahrscheinlichkeit wegen den getätigten Besatzmassnahmen und der Belüftung/des Sauerstoffeintrags. Zudem kommen standortfremde Fischarten im See zahlreich vor. **Insgesamt ist der fischökologische Zustand des Sees deshalb als mässig beeinträchtigt einzustufen.**, dies auch wegen dem Fehlen von Fischen in sauerstofffreien Tiefenbereichen.

**Im Vergleich mit dem Hallwilersee konnten im Baldeggersee etwas höhere Fischdichten und insbesondere deutlich höhere Fischbiomassen nachgewiesen werden.** Die höheren Biomassen sind insbesondere auf das grössere Vorkommen von grossen Fischen zurück-zuführen. Eine mögliche Ursache für den Unterschied dürfte der deutlich geringere Befischungsdruck im Baldeggersee sein. **Beide Seen weisen insgesamt aber eine sehr ähnliche Fischartenzusammensetzung auf.**

**Die Bemühungen im Gewässerschutz sollten fortgesetzt werden,** um die limnologischen Defizite und um lokal die Ufermorphologie zu verbessern.

## 2 Ausgangslage

### 2.1 Notwendigkeit von standardisierten Aufnahmen der Fischbestände

In den Schweizer Voralpenseen leben überdurchschnittlich viele endemische Fischarten [1, 2], für welche die Schweiz eine besondere Verantwortung trägt. Gemäss des Zweckartikels des Bundesgesetzes über die Fischerei (Art. 1 Abs. 1 Bst. a BGF, SR 923.0) sollen 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 der Verordnung zum Bundesgesetz über die Fischerei (VBGF, SR 923.01) verpflichtet, diejenigen Gewässerabschnitte auf ihrem Gebiet, in denen Fische und Krebse mit dem Gefährdungsstatus 1-3 leben (Art. 10 Abs. 1 VBGF), zu benennen.

Um ein Ökosystem mit den darin lebenden Organismen schützen und erhalten zu können, muss dessen Zustand bekannt sein. Erst seit dem Jahr 2010 wurden mit dem Forschungsprojekt «Projet Lac» in den grossen und tieferen Alpenrandseen umfassende

und standardisierte Aufnahmen des Fischbestands durchgeführt. Bis dahin beruhte das Wissen hauptsächlich auf Erfahrungen der Behörden und der Fischer, Einzelbeobachtungen, gezielten Monitorings (z.B. Felchenmonitorings) und artenspezifischen 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 standardisierten Aufnahmen lieferten auch neue 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 Fische als Indikatoren für den Zustand eines Sees

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

- Fische sind langlebig und widerspiegeln deshalb Effekte über einen langen Zeitraum.
- Fische nutzen ein grosses Nahrungsspektrum, das in Form von Anpassungen an unterschiedliche Nahrungsnischen verdeutlicht wird.
- Verschiedene Fischarten haben unterschiedliche Ansprüche an die Wasserqualität.

- Die Habitatansprüche variieren zwischen den verschiedenen Arten und zwischen den verschiedenen Altersstadien innerhalb einer Art.

Standardisierte und reproduzierbare Aufnahmen des Fischbestands wie die des «Projet Lac» 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. Dies ist der Grund, weshalb eine standardisierte Befischung der Seen recht aufwendig ist und früher in der Schweiz nicht durchgeführt wurde.

## 2.3 Zielsetzung der standardisierten Befischung des Baldeggersee von 2023

Die Feldarbeiten des eigentlichen «Projet Lac» wurden Ende 2014 abgeschlossen. Der Baldeggersee war nicht Teil des ursprünglichen Projekts, weshalb die Fischpopulation bisher nicht mit dem standardisierten Protokoll untersucht wurde. Aus diesem Grund erachtete es der Kanton Luzern als sinnvoll, eine standardisierte Erhebung des Fischbestands im Baldeggersee durchzuführen.

Folgende Fragestellungen standen im Zentrum des Anliegens:

- Erhebung der Häufigkeit einzelner Fischarten sowie der Vielfalt im See.
- Darstellung der offensichtlichen Zusammenhänge zwischen Umweltfaktoren (z.B. Sauerstoffgehalt im Tiefenwasser, Temperatur, Produktivität) und Artenvielfalt.
- Vergleich des Fischbestands von Hallwilersee 2022 mit dem von Baldeggersee 2023.

Die Befischung wurde mit der optimierten Methode, die 2021 publiziert wurde [5], durchgeführt. Durch diese Methode wird die durch die Befischung induzierte Mortalität deutlich reduziert.

Nicht zur Untersuchung gehörte die Erstellung von standardisierten Fotos, die Entnahme von DNA-Proben und von ganzen Fischen für die Wissenschaft. Im Rahmen des Möglichen wurden jedoch einzelne Fische fotografiert und genetische Proben entnommen.

Der vorliegende Bericht umfasst sämtliche Ergebnisse der Befischungen, die im Baldeggersee vom 17. bis zum 20. September 2023 durchgeführt wurden. Der Fokus der Auswertungen liegt dabei auf der Artenzusammensetzung und der Habitatnutzung der einzelnen Fischarten. Der Vergleich der Ergebnisse mit denen des Hallwilersees wird in einem separaten Kapitel behandelt.

## 2.4 Der Baldeggersee

Der Baldeggersee ist ein See mit einer Fläche von etwa 5.2 km<sup>2</sup>, der sich vollständig im Kanton Luzern auf einer Höhe von 463 m über dem Meeresspiegel befindet. Seine maximale Tiefe beträgt 66 m und erstreckt sich über eine Länge von etwa 4.2 km in nordwestlicher Richtung.

Die Hauptzuflüsse des Baldegger Sees sind die Ron im Süden, Burgbach, Wissenbach am linken Ufer und Spittlisbach, Höhibach, und Dünkelbach am rechten Ufer. Seine Efferenz ist der Aabach, der anschliessend im Nordwesten in den Hallwilersee fliesst. Die Wassererneuerungszeit beträgt etwa 5.6 Jahre.

Ähnlich wie beim Hallwilersee hat sich die Wasserqualität des Baldeggersees im letzten Jahrhundert aufgrund des Bevölkerungs- und Städtewachstums

sowie der Intensivierung der Landwirtschaft im Einzugsgebiet verschlechtert. Die organische Verschmutzung führte zu einem Algenwachstum und einer Verschlechterung der Wasserqualität, was schliesslich zu einem ausgeprägten Sauerstoffmangel in den tieferen Bereichen des Sees führte. Dies hat sich massiv auf den Fischbestand ausgewirkt und führte zu mehreren grossen Fischsterben [6]. Felchen verschwanden ganz [6], aber alle Fischarten waren davon betroffen. Wiederansiedlungsbemühungen waren, wenn überhaupt, nur kurzfristig erfolgreich [7].

Wie im Hallwilersee wurden daher Massnahmen ergriffen, um die Nährstoffzufuhr zu verringern und um die tieferen Bereiche des Sees künstlich mit Sauerstoff zu versorgen. Die limnologischen Bedingungen haben sich seither deutlich verbessert.

## 3 Methoden

### 3.1 Kartierung der Uferhabitate

In einem ersten Schritt der Datenerhebung werden die fischrelevanten und unter Wasser liegenden Habitate kartiert. Fische verteilen sich nicht zufällig über die verschiedenen Habitattypen, sondern halten sich in gewissen litoralen Habitaten oder Tiefen zu bestimmten Zeitpunkten im Jahr häufiger auf [8]. Je nach Fischart können sich die bevorzugten Habitattypen unterscheiden. Der Baldeggersee wurde daher für die Habitatkartierung in drei Einheiten unterteilt [9] (Abbildung 3-1):

- Die litorale Zone, die im Durchschnitt bis in eine Tiefe von 6 m reicht.
- Die sublitorale Zone, zu der ebenfalls die benthische Zone gerechnet wird. Sie entspricht der „Halde“ innerhalb eines Sees (6-20 m).
- Die zentrale Zone, die sich aus pelagialen und profundalen Zonen zusammensetzt (> 20 m).

Die Zonen werden anhand der Seegrundvermessung (Bathymetrie) bestimmt. Die Habitate der litoralen Zone bis zu einer Tiefe von < 3 m werden von einem

Boot aus und mit Zuhilfenahme von Luftaufnahmen mit QGIS kartiert (Abbildung 3-2). Die Ufer werden als künstlich bezeichnet, sofern die Uferlinie durch Blockwürfe, Mauern (Abbildung 3-2) usw. gesichert sind oder eine hohe Bootsdichte (offene Bootsanlegestellen im See mit sichtbaren baulichen Massnahmen) aufweisen. Eingezäunte Schilfbestände werden als naturnahe Ufer eingestuft [5, 10].

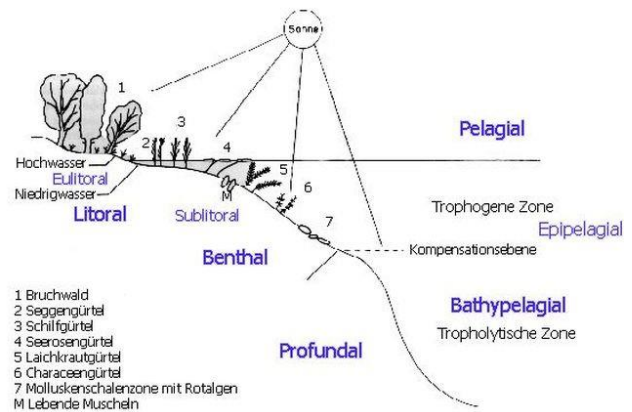


Abbildung 3-1. Limnologische Strukturierung von Seen [9]



Abbildung 3-2. Links: Kartierung der Uferhabitate vor Ort im See. Rechts: Beispiel eines Zuflusses.

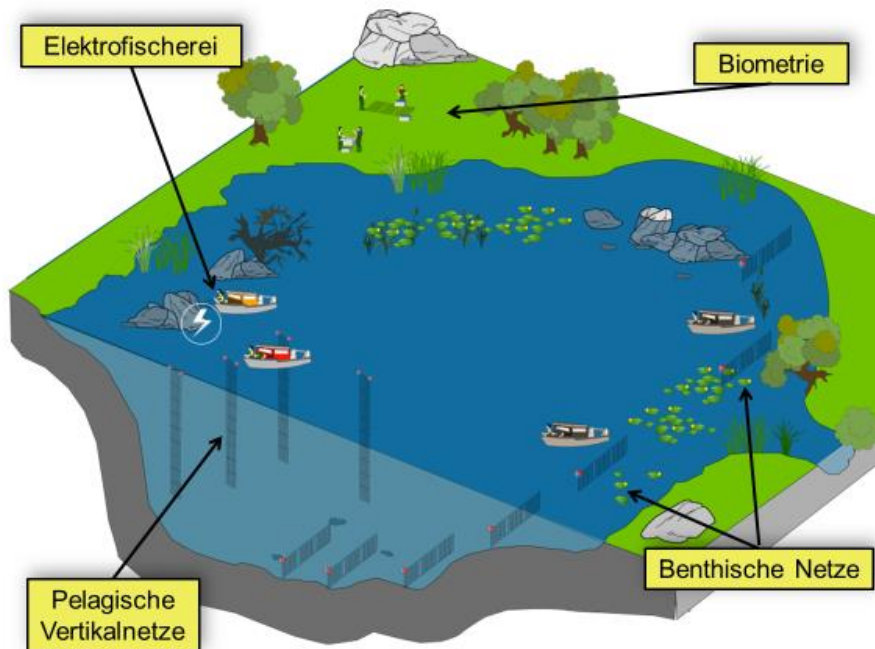


## 3.2 Befischung

### 3.2.1 Pelagische Multimaschen-Kiemennetze (Vertikalnetze)

Die für die standardisierten Befischungen eingesetzten vertikalen Kiemennetze haben sich im Rahmen des «Projet Lac» bewährt. Diese Multimaschennetze fischen jeweils vom Seegrund bis zur Oberfläche. Folgende Maschenweiten der CEN-Norm (CEN prEN 14757 [12]) wurden auf sechs Vertikalnetze verteilt eingesetzt. Die Breite des Netzblatts pro Maschenweite ist in Klammern angegeben. Die Höhe des Netzes entspricht jeweils der befischten Tiefe und ist variabel:

- **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)



**Abbildung 3-3.** 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.



Alle sechs Vertikalnetze wurden jeweils als Netzgruppe nebeneinander an derselben Stelle im See und in der gleichen Tiefe gesetzt. Um die geografische und tiefenbedingte Variabilität hinsichtlich der Verteilung der Fische im See zu erfassen, wurden mehrere Netzgruppen gesetzt. Dies geschah jeweils in unterschiedlichen Tiefen und an unterschiedlichen Standorten im See. Eine Netzgruppe von sechs Netzen verblieb etwa 20 bis 24 Stunden im See, bevor sie wieder gehoben wurde. Die Zeit, die eine Netzgruppe im Wasser exponiert war, wurde protokolliert. Beim Heben und Auswerten der Netze wurde neben der Fischart und der Fischlänge auch die Fangtiefe jedes Fisches auf einen Meter genau protokolliert (Abbildung 3-3).

### 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 jeweils über Nacht (ca. 14 Stunden) in verschiedenen Tiefen eingesetzt (Abbildung 3-4). Die Anzahl benthischer Netze, die im Baldeggersee pro Tiefenzone gesetzt werden sollten, sind in der Schweizer Methodik [5, 10] wie folgt definiert:

Diese Methode wird als Vertikalnetz-Methode bezeichnet. Sie wurde an der Universität Besançon konzipiert [8] und durch die EAWAG und die Büros Aquabios GmbH und Teleos sàrl im Auftrag des BAFU weiterentwickelt [5, 10]. 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.

- 0-3m: 18 Netze
- 3-6m: 10 Netze
- 6-12m: 10 Netze
- 12-20m: 10 Netze
- 20-35m: 10 Netze
- 35-50m: 6 Netze
- 50-75m: 6 Netze

Jedes Netz ist individuell markiert. Somit kann zurückverfolgt werden in welchem Netz, an welchem Standort, in welcher Tiefe und in welcher Maschenweite ein Fisch gefangen wird. Die geografische Verteilung der Netze im See erfolgt, wie von der Norm vorgesehen, zufällig [13].



**Abbildung 3-4.** Links: Setzen eines benthischen Multimaschennetzes. Rechts: Heben eines benthischen Netzes.

### 3.2.3 Elektrische Befischungen

Uferbereiche des Sees mit geringen Wassertiefen (bis 1 m) werden elektrisch befishcht (Abbildung 3-5). Dabei werden alle zuvor bei der Kartierung erfassten Habitate an verschiedenen Standorten mehrmals befishcht. Bei jeder Befischungsaktion wird eine kurze

Strecke entweder zu Fuss oder mit dem Boot befishcht. Hierbei wird die Länge der befishchten Strecke für die Standardisierung der Daten (CPUE) verwendet.



**Abbildung 3-5.** Links: Elektrische Befischung, die vom Boot aus durchgeführt wird. Rechts: Befischung zu Fuss von Steinblöcken.

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

Ziel der angewandten Befischungsmethoden ist es, ein möglichst realitätsnahes und reproduzierbares Abbild des Fischbestands im See zu erhalten und die Ergebnisse mit denen vorheriger Jahre zu Vergleichen. Der Befischungsaufwand und der Zeitpunkt werden so bestimmt, dass die Resultate auch 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 werden auch an Orten und in Tiefen gefischt, die Berufsfischer meiden. Dadurch weichen die Resultate zwangsläufig von den Resultaten der Fischfangstatistiken ab. Ein Nachteil ist, dass die Befischung nur einmal im Jahr durchgeführt werden. Da sich das Verhalten der Fische je nach klimatischen Bedingungen und Nahrungsangebot im See ändert, können die realen Fischbestände von den erfassten abweichen.

## 3.3 Datenerfassung und Sammlung von Proben

Alle gefangenen Fische werden möglichst auf Artniveau bestimmt, vermessen und gewogen. Von ausgewählten Individuen wird zudem ein standardisier-

tes Foto gemacht und eine DNS-Gewebeprobe entnommen. Im Fall des Baldeggersees wurden die gefangenen Fische durch den Berufsfischer Hofer, Oberkirch verwertet.



**Abbildung 3-6.** Links: Messstation (Biometrie), wie sie im Feld im Einsatz ist. Rechts: Beispiel eines standardisierten Fotos.

### 3.4 Zusätzlich einbezogene Daten

#### 3.4.1 *Fischfangstatistik*

Die Resultate der standardisierten Befischungen werden mit den Fängen der Angel- und Berufsfischer verglichen. Dazu werden die Luzerner Fangstatistik (Daten Kanton Luzern) und eine Zusammenstellung

#### 3.4.2 *Chemische und physikalische Messreihen*

Die verwendeten chemischen ( $P_{\text{tot}}$ ) und physikalischen (Temperatur, Sauerstoff) Messresultate wurden im Fall des Baldeggersee vom Kanton Luzern von Robert Lovas zur Verfügung gestellt.

der kantonalen Fangstatistiken (Daten Kantone + BAFU) eingesehen und für spezifische Auswertungen miteinbezogen.

## 4 Resultate

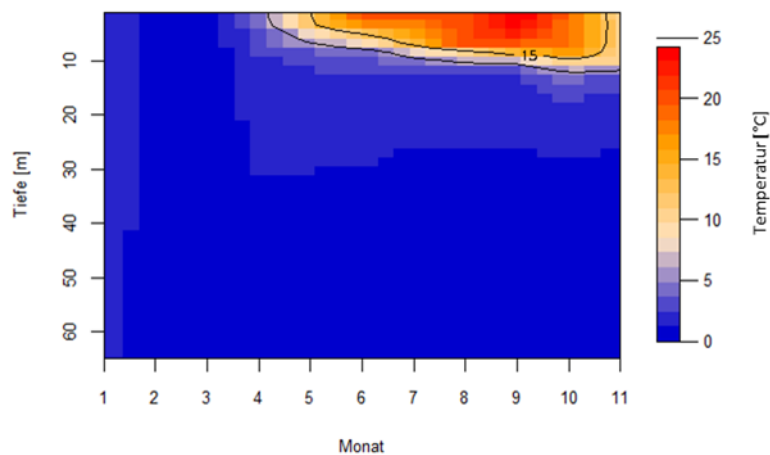
### 4.1 Physikalische und chemische Daten

#### 4.1.1 Temperatur

Die Temperaturprofile aus dem Jahr 2023 zeigen, dass leichte Temperaturschwankungen bis zur maximalen Tiefe von 66 m auftreten (Abbildung 4 1). Die Oberflächentemperatur überschreitet dabei im Sommer die 20°C-Marke während vier Monaten. In der wärmsten Phase im September 2023 erreicht die Wassertemperatur an der Oberfläche 24°C. Während den Befischungen im September 2023 war die Seeschichtung ausgeprägt.

Die Sprungschicht befindet sich zu diesem Zeitpunkt in einer Tiefe von 7 bis 12 m. Insgesamt ist der Baldeggersee somit ein oberflächenwarmer Voralpensee.

Im Winter kühlt der See in der Regel genügend ab. Dadurch ist eine vertikale Durchmischung des Wassers jedes Jahr möglich. Diese Durchmischung wird im Winter zusätzlich durch die Belüftung des Tiefenwassers durch Luftzugabe gefördert [14].



**Abbildung 4-1:** Interpolierte Temperaturmessungen entlang von Vertikalprofilen vom Hallwilersee von 2022. Daten: Abteilung für Umwelt, Kanton Aargau.

#### 4.1.2 Sauerstoff

Die Sauerstoffmessungen zeigen, dass in den Sommer- und frühen Herbstmonaten zwischen 7 und 12m Tiefe (Metalimnion) eine Sauerstoffübersättigung auftritt (Abbildung 4-2). Dies kann mit der jahreszeitlichen Entwicklung der Burgunderblutalge (*Planktothrix rubescens*), die sich während der Stagnationsphase im Metalimnion einschichtet, erklärt werden. Interessanterweise treten im Hypolimnion, zwischen 12 und 25 m sowie über den Seegrund zwei

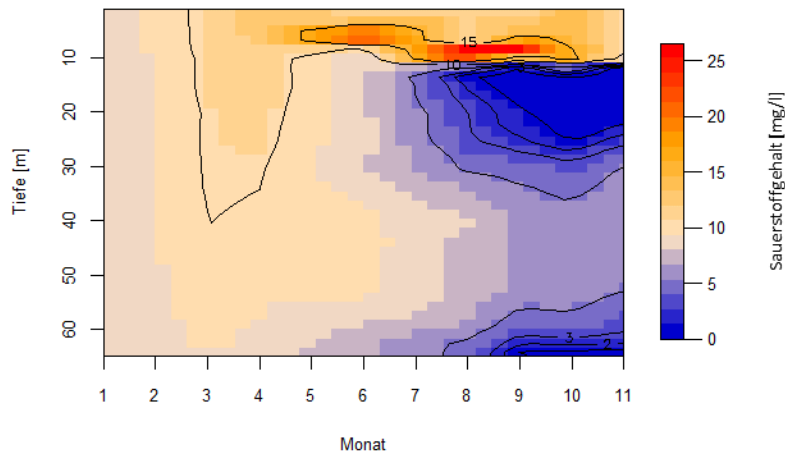
Bereiche mit ausgeprägtem Sauerstoffdefizit auf. Zwischen 25 und 50 m Tiefe lagen die Sauerstoffwerte das ganze Jahr über 5 mg/l.

Sauerstoffkonzentrationen unterhalb von 4 mg/l erschweren den meisten Fischen das Überleben. Heute weisen sowohl das Meta- und Hypolimnion eine überdurchschnittliche Sauerstoffzehrung auf. Diese dauert vom Juni bis in den Dezember. Natürlicherweise sollte im Baldeggersee in allen Tiefen und zu

allen Jahreszeiten kein Sauerstoffmangel auftreten (Sauerstoffkonzentration > 4 mg/l).

Erst im Januar nimmt der Sauerstoffgehalt im Tiefenwasser mit der vertikalen Durchmischung des Wassers wieder deutlich zu. Der Sauerstoffgehalt im See

weicht daher heute noch deutlich von seinem natürlichen Zustand ab. Dies ist auch der Hauptgrund, weshalb der See seit Jahren im Sommer mit zusätzlichem Sauerstoff versorgt und die Zirkulation im Winter durch Luftzufuhr unterstützt wird.



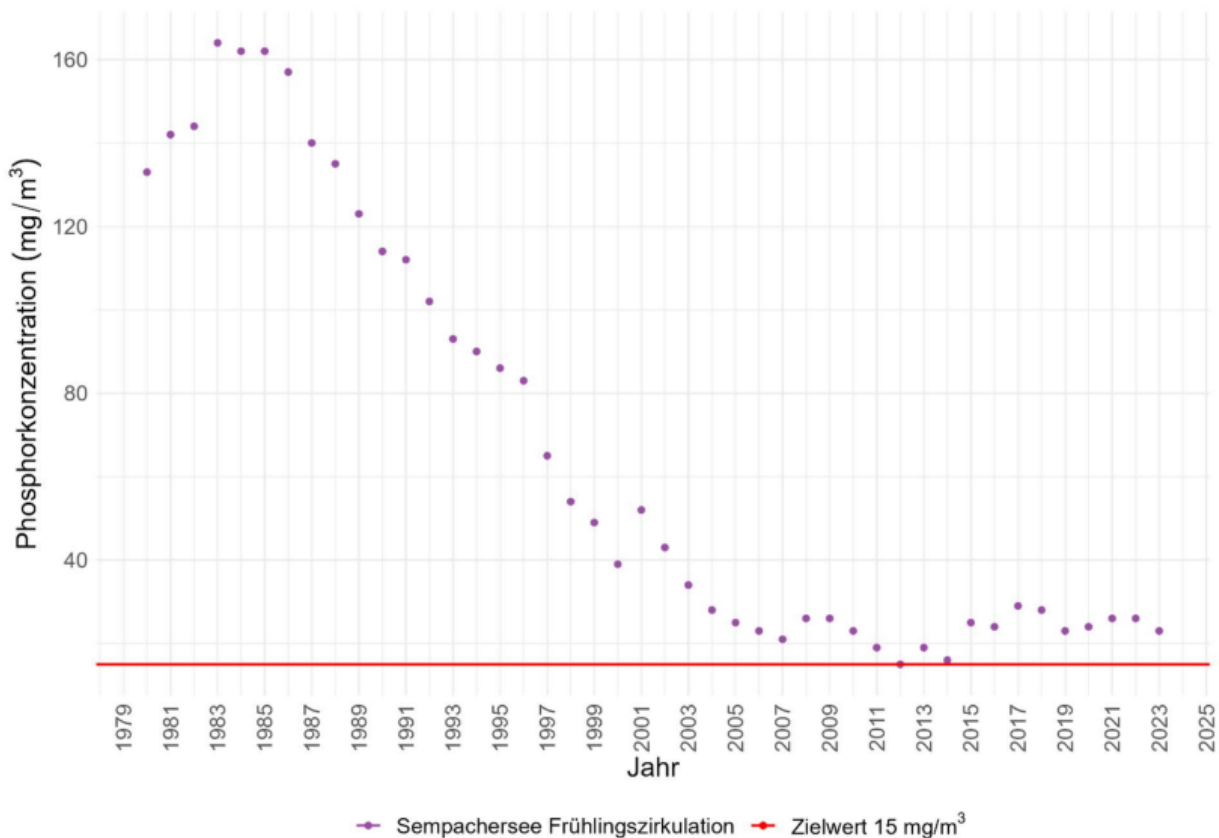
**Abbildung 4-2.** Interpolierte Sauerstoffmessungen entlang von Vertikalprofilen vom Hallwilersee von 2022. Daten: Abteilung für Umwelt, Kanton Aargau.

#### 4.1.3 Gesamtphosphor

Die Entwicklungen des Gesamtphosphors ( $P_{\text{tot}}$ ) im Baldeggersee und im Hallwilersee seit 1955 sind in der Abbildung 4-3 dargestellt. Diese zeigt, dass die Phosphorkonzentrationen der beiden Seen einen sehr ähnlichen Trend aufweisen, mit einem Höhepunkt in den Siebzigerjahren. Nach 1980 sank der

Phosphorgehalt durch seeexterne und -interne Massnahmen kontinuierlich ab. Betrachtet man die letzten zehn Jahre, ist im Baldeggersee eine Stabilisierung zwischen 15 und 25  $\text{mg}/\text{m}^3$  zu erkennen. Der Baldeggersee ist demnach heute in einem mesotrophen Zustand ( $P_{\text{tot}} > 10 \text{ mg}/\text{m}^3$ ).





**Abbildung 4-3.** Entwicklung des Gesamtphosphorgehaltes des Wassers im Baldeggersee und Hallwilersee von 1950 bis 2020. Das Ziel des Kantons Luzern für die Phosphorkonzentration für den Baldeggersee liegt bei 15 mg/l (Grafik:[14]).

## 4.2 Habitatkartierung

Die Habitatkartierung (Abbildung 4 4) des Baldeggersees zeigt, dass für Fische attraktive Habitate wie Totholz, Kiesel und Steine sowie Zuflüsse am Ufer gut vertreten sind. Die Habitate Schilf und Feinsediment sind dominant. Im Vergleich zum Hallwilersee ist der Baldeggersee tiefer. Allerdings weist er auch einen hohen Anteil an flachen Ufern auf.

Nur ca. 10 % des Seeufers sind durch Verbauungen anthropogen beeinflusst (Abbildung 4 6) [15].Der

grösste Teil dieser beeinträchtigten Ufer befinden sich beim Schwimmbad Baldegg im Südosten des Sees. Der Rest besteht aus Blockwürfen oder hart verbauten Seeufern, die sich in der Nähe von Strandbädern oder Wohnhäusern befinden. Der Baldeggersee weist verglichen mit anderen grossen Schweizer Seen einen hohen Anteil an naturnahen Ufer auf [16]



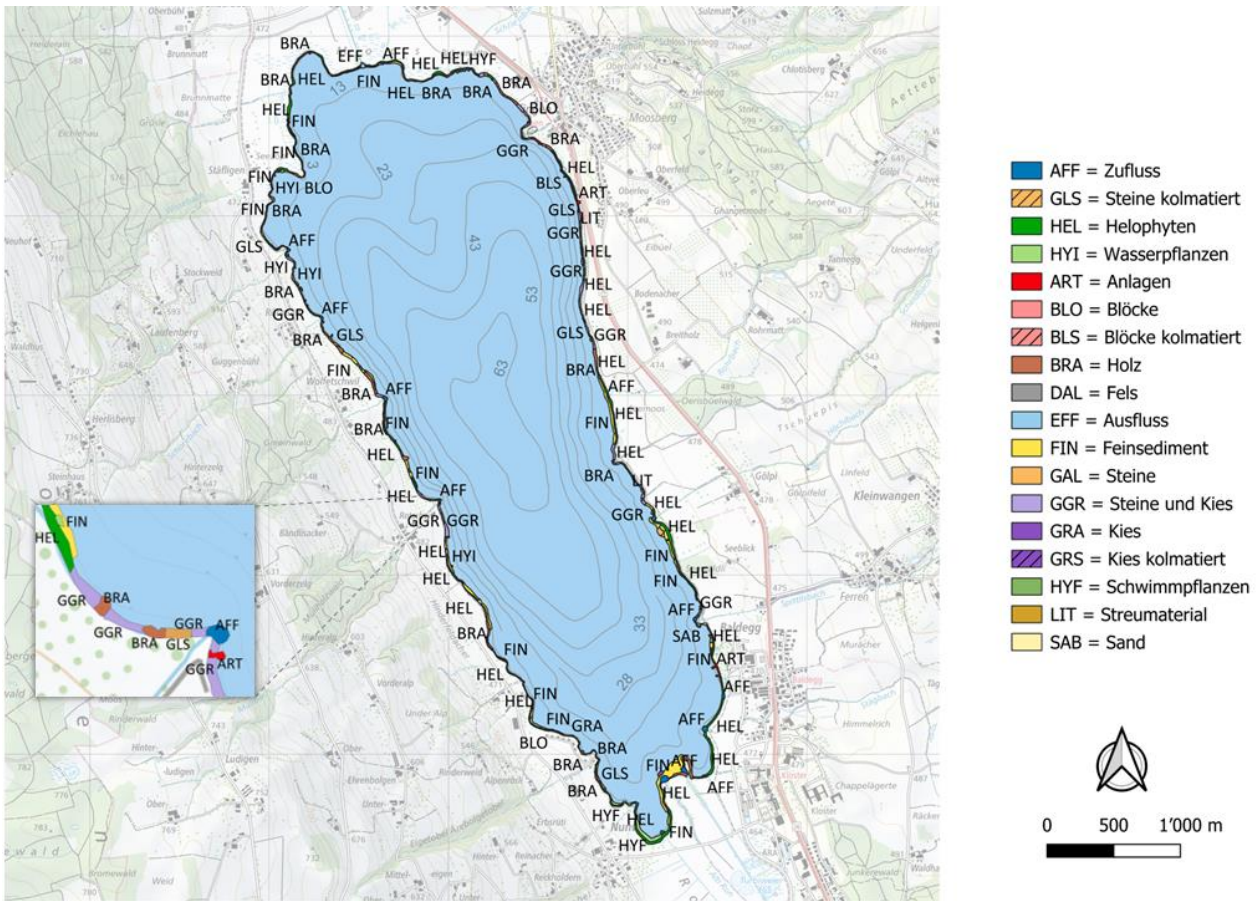


Abbildung 4-4. Karte der littoralen Habitate, die für die habitatspezifischen Befischungen des Baldeggersees im Feld festgestellt wurden.

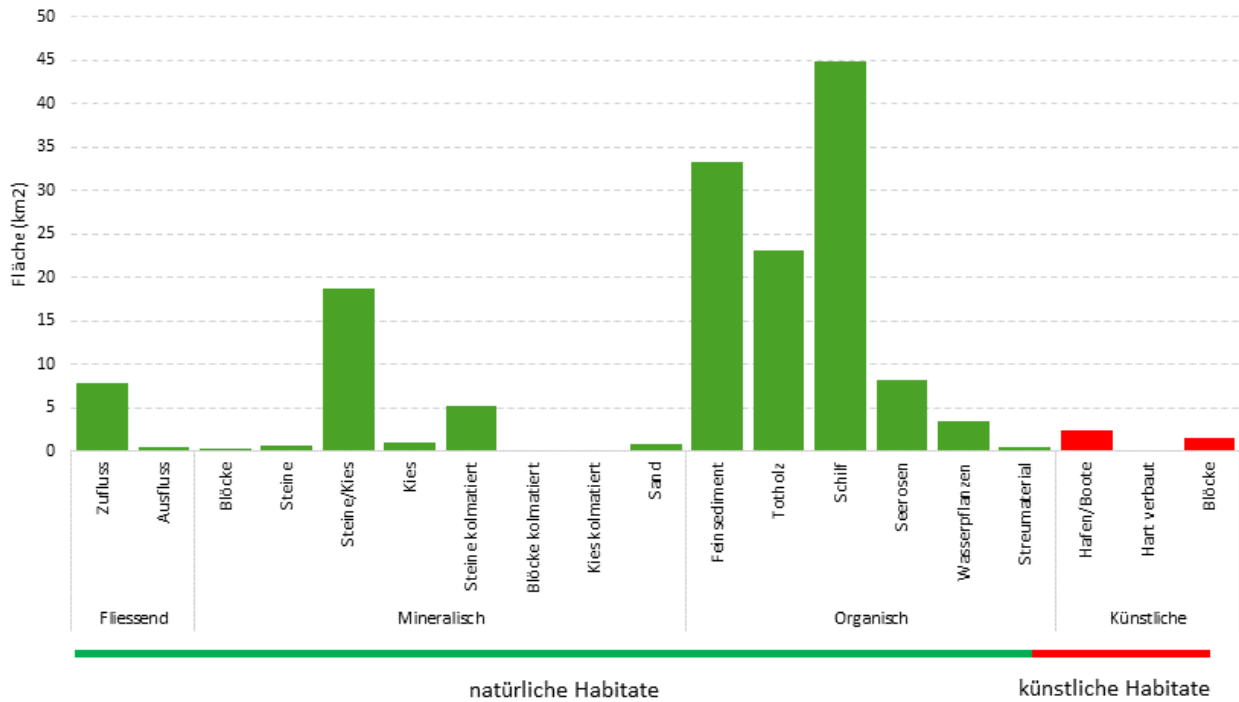
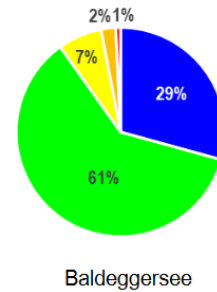
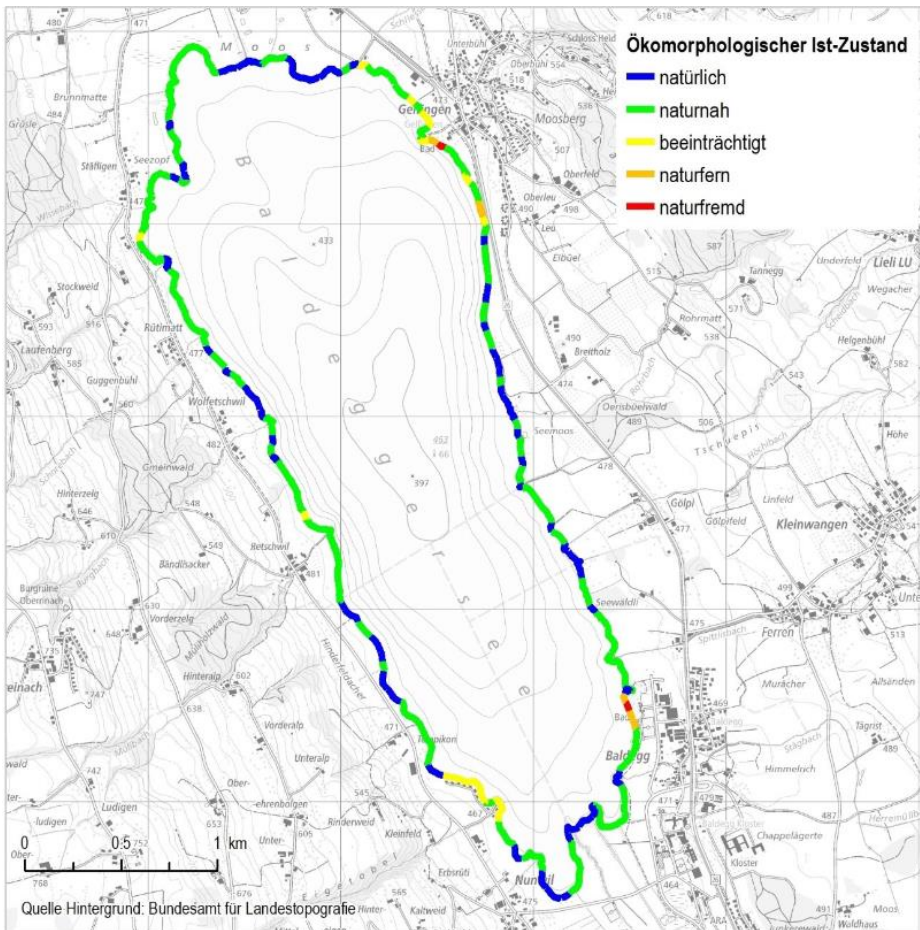


Abbildung 4-5. Flächenanteile der verschiedenen littoralen Habitate im Baldeggersee 2023.



**Abbildung 4-6.** Ökomorphologischer Zustand des Baldeggersees gemäss Methode IGKB (Aus strategischer Planung Seeuferrevitalisierung [15])



## 4.3 Standardisierte Befischung

### 4.3.1 Standorte der Probenahmen

Im Baldeggersee wurden 2023 während drei Tagen 70 benthische CEN- und 11 pelagische Vertikalnetzgruppen (jeweils sechs Netze pro Gruppe) über Nacht eingesetzt. Zusätzlich wurden 70 Uferstrecken

(42 zu Fuss, 28 mit dem Boot) elektrisch befischt. Somit wurden insgesamt 151 Befischungsaktionen durchgeführt (Abbildung 4-7).

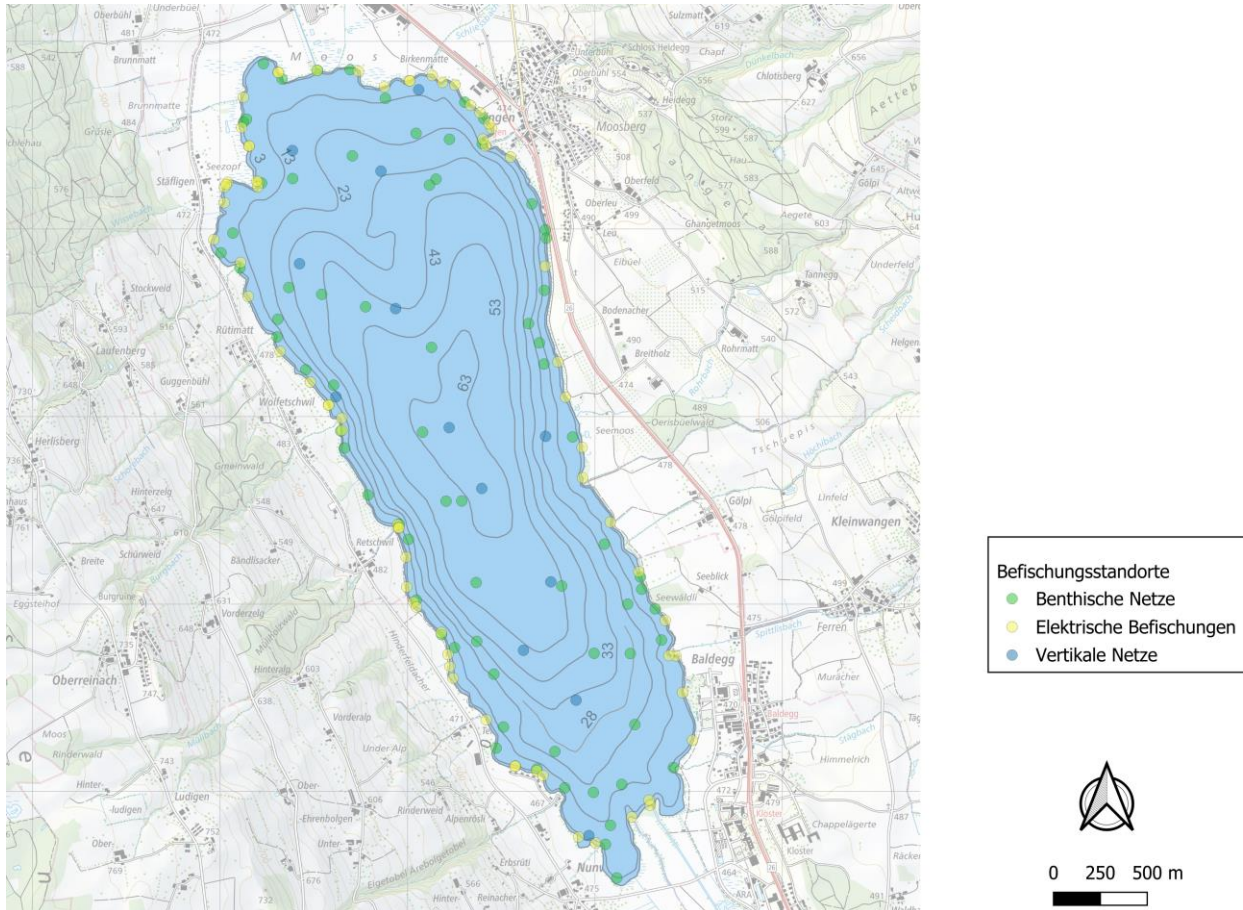


Abbildung 4-7. Karte der Befischungsstandorte im Baldeggersee (Hintergrundkarten © Swisstopo).

### 4.3.2 Rohfangdaten

Insgesamt wurden bei den standardisierten Befischungen 2'117 Fische gefangen, wobei 15 Fischarten nachgewiesen werden konnten (Tabelle 4-1). Betrachtet man sämtliche Fangmethoden zusammen, dann sind Flussbarsche mit 1019 Individuen am häufigsten in den Fängen vertreten. Ebenfalls sehr häufig sind Rotaugen (N=324), Sonnenbarsche (N=243), Felchen (N=197), und Kaulbarsche (N=89).

Während Felchen hauptsächlich in Vertikalnetzen gefangen wurden, wurde Flussbarsche mehrheitlich

in benthischen Netzen und Sonnenbarsche bei elektrischen Befischungen am Ufer gefangen.

Die gesamte Biomasse des Fanges betrug 197.89 kg (Tabelle 4-1). Dies entspricht einem geringen Anteil (2.7 %) der durch die Angel- und Berufsfischer gefangenen Fischmenge. Das Rotaugen macht den grössten Anteil an der gefangenen Biomasse aus (37.51 kg), gefolgt von Flussbarsch (36.23 kg), Karpfen (28.18 kg), Felchen (23.74 kg) und Alet (19.88 kg).

**Tabelle 4-1.** Zusammenstellung der Anzahl und der Biomasse der 2023 gefangenen Fische pro Art und für die verschiedenen Fangmethoden.

Fischart		Anzahl Individuen				Biomasse (kg)			
Deutsch	Lateinisch	Benthisch	Elektrisch	Vertikal	Total	Benthisch	Elektrisch	Vertikal	Total
Flussbarsch	<i>Perca fluviatilis</i>	690	228	101	1019	30.40	0.81	5.03	36.23
Rotauge	<i>Rutilus rutilus</i>	212	3	109	324	27.05	0.01	10.46	37.51
Sonnenbarsch	<i>Lepomis gibbosus</i>	64	176	3	243	1.24	0.52	0.03	1.79
Felchen	<i>Coregonus sp</i>	46	0	151	197	6.47	0.00	17.28	23.74
Kaulbarsch	<i>Gymnocephalus cernua</i>	72	6	11	89	1.26	0.07	0.14	1.48
Rotfeder	<i>Scardinius sp</i>	62	0	5	67	12.37	0.00	0.78	13.15
Gründling	<i>Gobio gobio</i>	3	59	0	62	0.03	0.03	0.00	0.06
Alet	<i>Squalius cephalus</i>	24	3	2	29	16.22	0.02	3.64	19.88
Hasel	<i>Leuciscus leuciscus</i>	15	9	0	24	0.75	0.01	0.00	0.76
Schleie	<i>Tinca tinca</i>	9	9	0	18	9.51	3.07	0.00	12.58
Brachse	<i>Abramis brama</i>	11	1	4	16	6.52	1.93	3.61	12.06
Karpfen	<i>Cyprinus carpio</i>	14	0	1	15	27.32	0.00	0.86	28.18
Wels	<i>Silurus glanis</i>	0	6	0	6	0.00	0.25	0.00	0.25
Hecht	<i>Esox Lucius</i>	4	1	0	5	6.82	0.21	0.00	7.03
Barbe	<i>Barbus barbus</i>	3	0	0	3	3.19	0.00	0.00	3.19
<b>Total</b>		<b>1229</b>	<b>501</b>	<b>387</b>	<b>2117</b>	<b>149.14</b>	<b>6.91</b>	<b>41.84</b>	<b>197.89</b>
Anzahl Arten	15	14	11	9	15	14	11	9	15

#### 4.3.3 Artenvielfalt

Leider liegen für den Baldeggersee kaum historischen Dokumente vor, welche die Artenvielfalt im Baldeggersee vor der Eutrophierung im naturnahen Zustand beschreiben. Pius Stadelmann [17] und Hofer [6] schreiben, dass der Baldeggersee bis zur Mitte des 20. Jahrhunderts von Felchen dominiert wurde und danach nur noch eine Reliktpopulation existierte. Der See wandelte sich demnach von einem Felchensee in einen «Ruchfischsee» (durch Cypriniden dominierten See). Es ist daher anzunehmen, dass die typischen Fischarten der Felchenseen wie Elritze, Seeforelle, oder Groppe vor dem 20. Jahrhundert und der anthropogenen Eutrophierung des Wassers auch im Baldeggersee vorhanden waren.

Im Rahmen der Befischungen wurden 2023 insgesamt 15 Fischarten gefangen. Von diesen war der Wels (*Silurus glanis*) bisher im See nicht nachgewiesen. Er war jedoch bereits aus dem nahegelegenen Hallwilersee bekannt. Der Kaulbarsch (*Gymnocephalus cernua*) wird nur sporadisch in den Netzen von Berufsfischern gefangen und taucht weder in historischen Daten noch in älteren Fischereidaten auf.

Im See wurden bisher 19 Arten dokumentiert. Folgende Arten: Aal (*Anguilla anguilla*), die Trüsche (*Lota*

*lota*), die Forelle (*Salmo trutta*), der Zander (*Stizostedion lucioperca*), die Regenbogenforelle (*Oncorhynchus mykiss*), die Schmerle (*Barbatula barbatula*) und die Blicke (*Blicca bjoernka*); konnten bei der Bestandsaufnahme nicht nachgewiesen werden, obwohl sie in der Literatur erwähnt werden. Es ist daher anzunehmen, dass diese im See eher selten sind oder nicht mehr vorkommen. In den Fangstatistiken der letzten Jahre werden Aal, Zander, Regenbogenforelle, Seeforelle und Trüsche noch nachgewiesen, werden aber nur selten gefangen.

Der Wels scheint neu in den Baldeggersee eingewandert zu sein. Wie er in den See gelangte, ist unbekannt. Eine Besiedlung aus dem Hallwilersee erscheint möglich, ebenso wie eine Translokation durch Fischer. Alle gefangenen Welse waren Jungtiere und nicht grösser als 20 cm, was eine rezente Besiedlung nahelegt. Die Art dürfte sich im See in Zukunft noch weiter ausbreiten.

Schliesslich sind fünf standortfremde Fischarten im See bekannt, wovon im Rahmen der Befischungen drei nachgewiesen werden konnten (Sonnenbarsch, Kaulbarsch, Wels). Der Kaulbarsch und der Sonnenbarsch sind dabei häufig vorgekommen.

Tabelle 4-2. Artenfundliste im Baldeggersee.

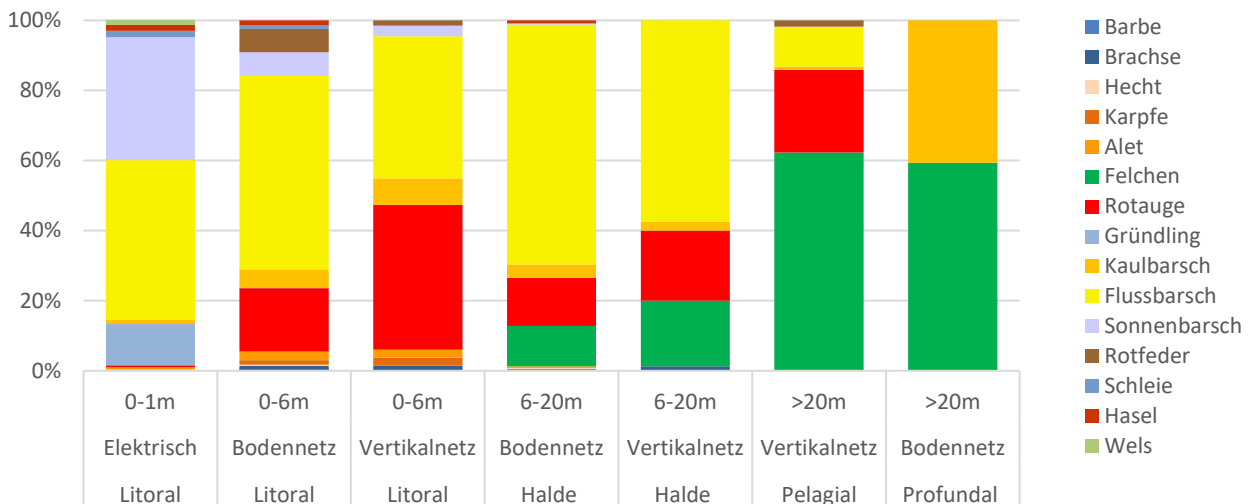
Fischart			Gefährdung VBGF	Ursprung VBGF	Ursprung im See	Nachweis der Fischart				
Familie	Art	Deutsch				CSCF 1985 / 1988	CSCF 2003/CSCF 2018	Fischatlas 2010	Fangstatistik	Standardisierte Befischung 2023
Anguillidae	<i>Anguilla anguilla</i>	Aal	4	Einheimisch	Standortgerecht	●	●	●	●	●
Centrarchidae	<i>Lepomis gibbosus</i>	Sonnenbarsch		Eingeführt	Standortfremd				●	●
Cyprinidae	<i>Squalius cephalus</i>	Alet	NG	Einheimisch	Standortgerecht	●	●	●	●	●
Cyprinidae	<i>Barbus barbus</i>	Barbe	4	Einheimisch	Standortgerecht		●	●	●	●
Cyprinidae	<i>Abramis brama</i>	Brachse	NG	Einheimisch	Standortgerecht	●	●	●	●	●
Cyprinidae	<i>Gobio gobio</i>	Gründling	4	Einheimisch	Standortgerecht	●	●	●		●
Cyprinidae	<i>Cyprinus carpio</i>	Karpfen	4	Einheimisch	Standortgerecht	●	●	●	●	●
Cyprinidae	<i>Rutilus rutilus</i>	Rotaugen	NG	Einheimisch	Standortgerecht	●	●	●	●	●
Cyprinidae	<i>Scardinius erythrophthalmus</i>	Rotfeder	NG	Einheimisch	Standortgerecht	●	●	●	●	●
Cyprinidae	<i>Tinca tinca</i>	Schleie	NG	Einheimisch	Standortgerecht	●	●	●	●	●
Cyprinidae	<i>Leuciscus leuciscus</i>	Hasel	NG	Einheimisch	Standortgerecht	●	●		●	●
Cyprinidae	<i>Blicca bjoernka</i>	Blicke	NG	Einheimisch	Standortgerecht	●	●		●	
Esocidae	<i>Esox lucius</i>	Hecht	NG	Einheimisch	Standortgerecht	●	●	●	●	●
Lotidae	<i>Lota lota</i>	Trüsche	NG	Einheimisch	Standortgerecht	●	●	●	●	
Nemacheilidae	<i>Barbatula barbatula</i>	Schmerle	NG	Einheimisch	Standortgerecht	●	●	●		
Percidae	<i>Perca fluviatilis</i>	Flussbarsch/Egli	NG	Einheimisch	Standortgerecht	●	●	●	●	●
Percidae	<i>Stizostedion lucioperca</i>	Zander		Eingeführt	Standortfremd	●	●	●	●	
Percidae	<i>Gymnocephalus cernuus</i>	Kaulbarsch	NG	Einheimisch	Standortfremd				●	●
Salmonidae	<i>Salmo trutta</i>	Atlantische Forelle	4 (2)	Einheimisch	Standortgerecht	●	●	●	●	
Salmonidae	<i>Coregonus sp</i>	Felchen	4, E	Einheimisch	Standortgerecht	●	●	●	●	●
Salmonidae	<i>Oncorhynchus mykiss</i>	Regenbogenforelle		Eingeführt	Standortfremd	●	●		●	
Siluridae	<i>Silurus glanis</i>	Wels	4, E	Einheimisch	Standortfremd					●
<b>Anzahl einheimische Arten</b>						16	17	15	16	14
<b>Anzahl standortgerechte Arten</b>						16	17	15	15	12
<b>Anzahl standortfremde Arten</b>						2	2	1	4	3
<b>Total Anzahl Arten</b>						18	19	16	19	15

#### 4.3.4 Habitatnutzung

##### 4.3.4.1 Habitattypen

Gewisse Fischarten bevorzugen die pelagischen, andere eher die benthischen oder profundalen Habitate in einem See (Abbildung 4-8). Im Fall des Baldeggersees ist, wie in allen bisher untersuchten Seen, die grösste Artenvielfalt im Litoral und an der Halde zu finden. Am Ufer sind Flussbarsch, Rotaugen, Sonnenbarsch, Rotfeder, Kaulbarsch, Alet die häufigeren Arten. Schleie, Karpfen, Brachse, Hasel und Wels wa-

ren am Ufer seltener. An der Halde finden sich Flussbarsche, Rotaugen, Kaulbarsche und erste Felchen. Der pelagische Lebensraum wird von Felchen, Rotaugen und Flussbarschen dominiert. Im Tiefseebereich schliesslich wurden nur Felchen und Kaulbarsche gefangen. Weitere Arten, die natürlicherweise in diesem Bereich vorkommen wie Groppen und Trüschchen konnten 2023 im Baldeggersee nicht nachgewiesen werden.



**Abbildung 4-8.** Jeder Balken zeigt den Anteil der verschiedenen Arten im Fang (NPUE) für die verschiedenen Habitats (Litoral, Halde, Pelagial, Profundal) und Befischungsmethoden (Elektrobefischung, Bodennetz, Vertikalnetz).

#### 4.3.4.2 Tiefenverteilung

Über alle Fischarten betrachtet wurde in benthischen Netzen die höchste Fischdichte in Tiefen zwischen 0 und 12 m festgestellt (Abbildung 4-9). In dieser Tiefe waren Flussbarsche am häufigsten, gefolgt von Rotaugen. Die beiden Arten wurden in Tiefen über 12 m nicht mehr festgestellt. Dieselbe Tiefenverteilung wurde für Flussbarsche und Rotaugen auch in den Vertikalnetzen beobachtet.

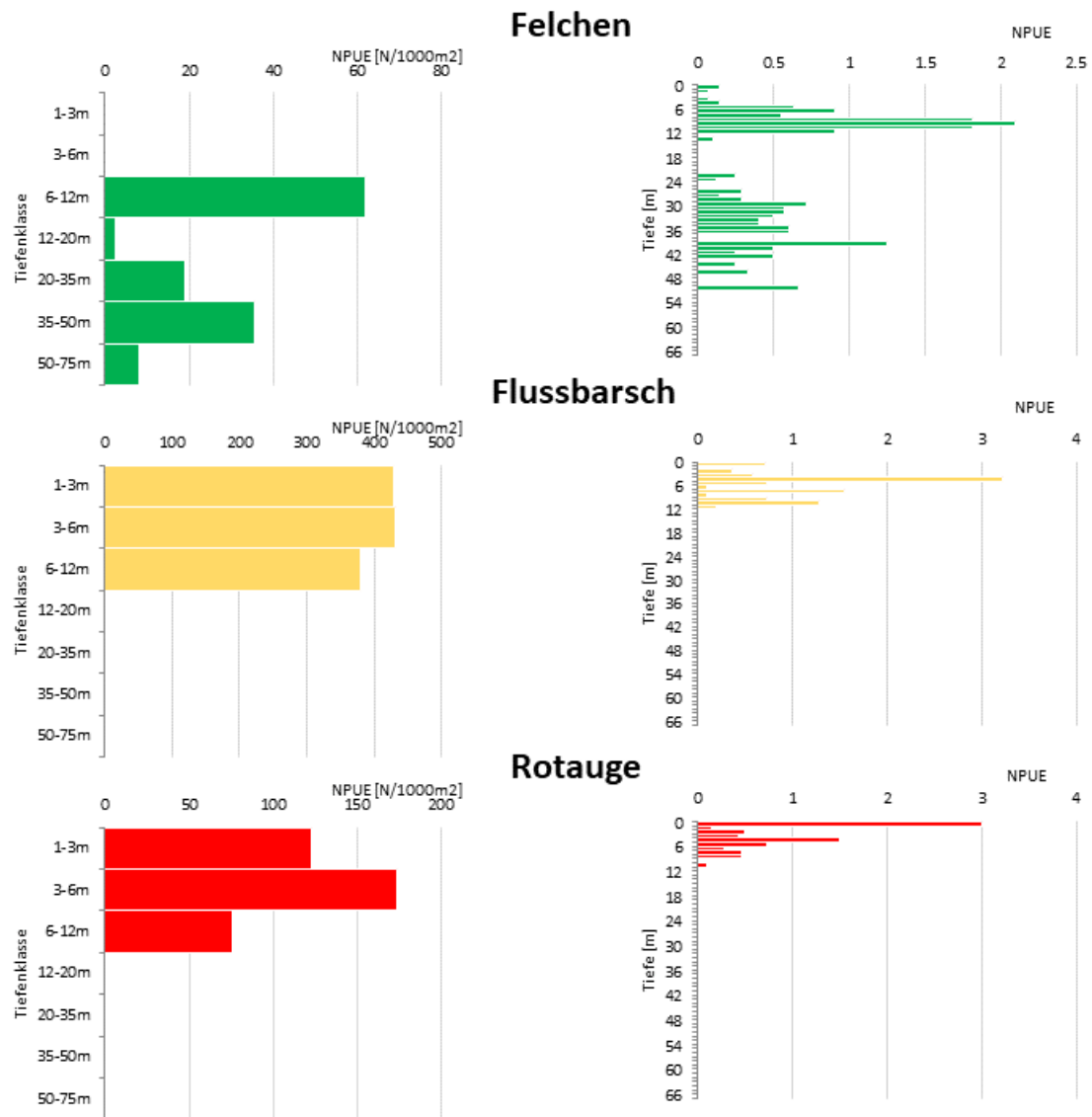
Besonders interessant ist die Verteilung der Felchen. Diese weisen sowohl in benthischen als auch in pelagischen Netzen eine bimodale Tiefenverteilung auf. Sie werden häufig in Tiefen zwischen 6 und 12 m gefangen sowie zwischen 25 und 50 m. Dies zeigt exemplarisch auf, wie sich der Sauerstoffmangel auf die Tiefenverteilung der Fische auswirkt. Die Felchen besiedeln genau die Tiefen, die noch ausreichend mit Sauerstoff versorgt sind.

In Tiefen zwischen 12 und 25 m wurden fast keine Fische gefangen. Nicht überraschend entspricht dies genau der Tiefe, in der 2023 ein ausgeprägtes Sauerstoffdefizit auftrat (Vgl. Abbildung 4.2).

Die artenspezifischen Tiefenverteilungen aller Fischarten können dem Anhang entnommen werden. Folgende Beobachtungen sind erwähnenswert:

- In Tiefen von 12-25 m und an den tiefsten Stellen des Sees waren Felchen mehrheitlich abwesend.
- Flussbarsche und Rotaugen verfangen sich bei den standardisierten Befischungen vor allem in einer Tiefe von 0 bis 12 m in den Netzen.
- Rotfeder, Hechte, Karpfen, Brachse, Schleie und Hasel wurden am Ufer in geringen Tiefen gefangen.
- Kaulbarsche wurden in Tiefen von 0 bis 35 m in Seegrundnähe gefangen. Sie fehlten aber ebenfalls in Tiefen von 12 bis 25 m.
- Sonnenbarsche wurden hauptsächlich bei elektrischen Befischungen ufernah in geringen Tiefen gefangen (1-3 m). In benthischen Netzen wurden sie in Tiefen zwischen 0 und 12 m nachgewiesen (siehe Anhang).
- Welse wurden hauptsächlich ufernah bei elektrischen Befischungen in geringen Tiefen gefangen.





**Abbildung 4-9.** Die Anzahl (NPUE) der gefangenen Felchen, Flussbarsche und Rotaugen, dargestellt für verschiedene Tiefen. Links für Bodennetze in Tiefenklassen, rechts für pelagische Vertikalnetze.

#### 4.3.5 Geografische Verteilung der Fänge

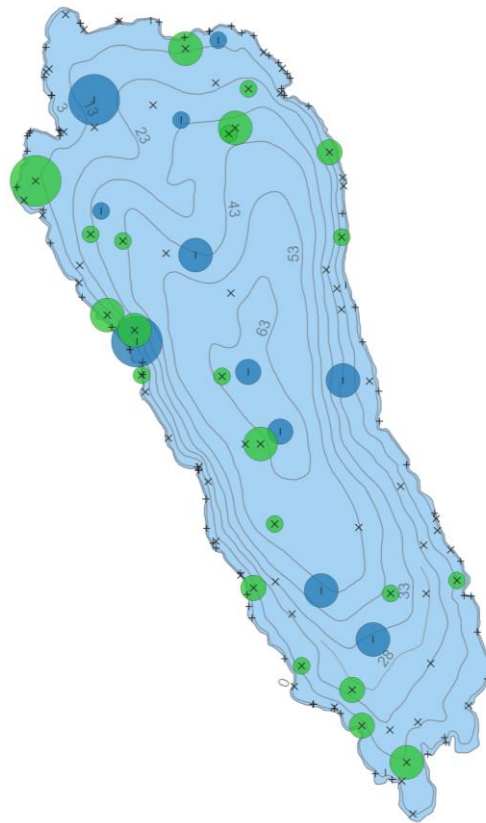
In Bezug auf die Verteilung der Fänge im Baldeggersee zeigt sich das charakteristische Muster von Fischarten, die im offenen Wasser des Pelagials sowie in Ufernähe vorkommen (Abbildung 4-10):

- Felchen sind hauptsächlich im Pelagial anzutreffen, können jedoch auch in der Nähe der Ufer ab einer Tiefe von etwa 12 m vorkommen. Sie vermeiden flache Gewässerzonen.
- Flussbarsche sind hauptsächlich in der Nähe der Uferbereiche anzutreffen. In geringerer Dichte findet man sie aber auch in geringen Tiefen im Pelagial.

- Rotaugen werden hauptsächlich in der Nähe der Ufer gefangen. Sie kommen aber auch in geringen Tiefen des Pelagials in geringeren Dichten vor (Abbildung 4-11).

Weitere geografische Verteilungen von ausgewählten Arten können dem Anhang entnommen werden.

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



### Felchen (*Coregonus* sp)

#### Befischungsstandorte

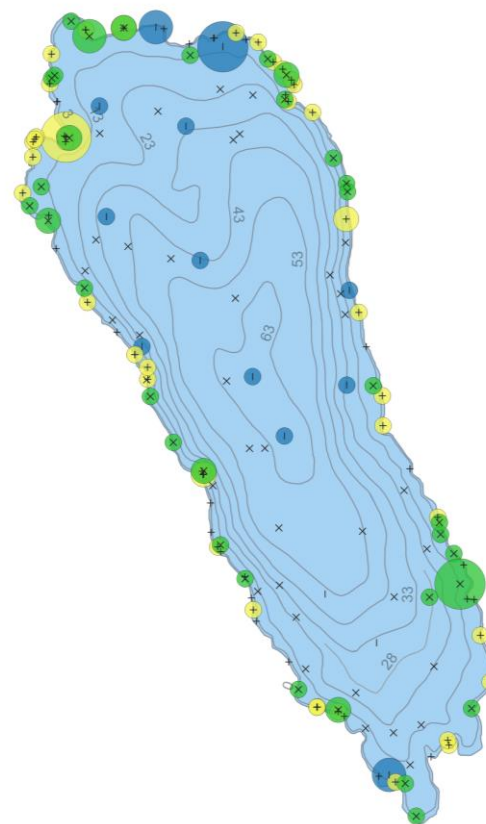
- x Benthische Netze
- + Elektrische Befischungen
- i Vertikale Netze

#### NPUE [N/1000m<sup>2</sup>] Benthische Netze

- 1 - 36
- 36 - 71
- 71 - 107
- 107 - 143

#### NPUE [N/1000m<sup>2</sup>] Vertikale Netze

- 1 - 13
- 13 - 26
- 26 - 39
- 39 - 52



### Flussbarsch (*Perca fluviatilis*)

#### Befischungsstandorte

- x Benthische Netze
- + Elektrische Befischungen
- i Vertikale Netze

#### NPUE [N/1000m<sup>2</sup>] Benthische Netze

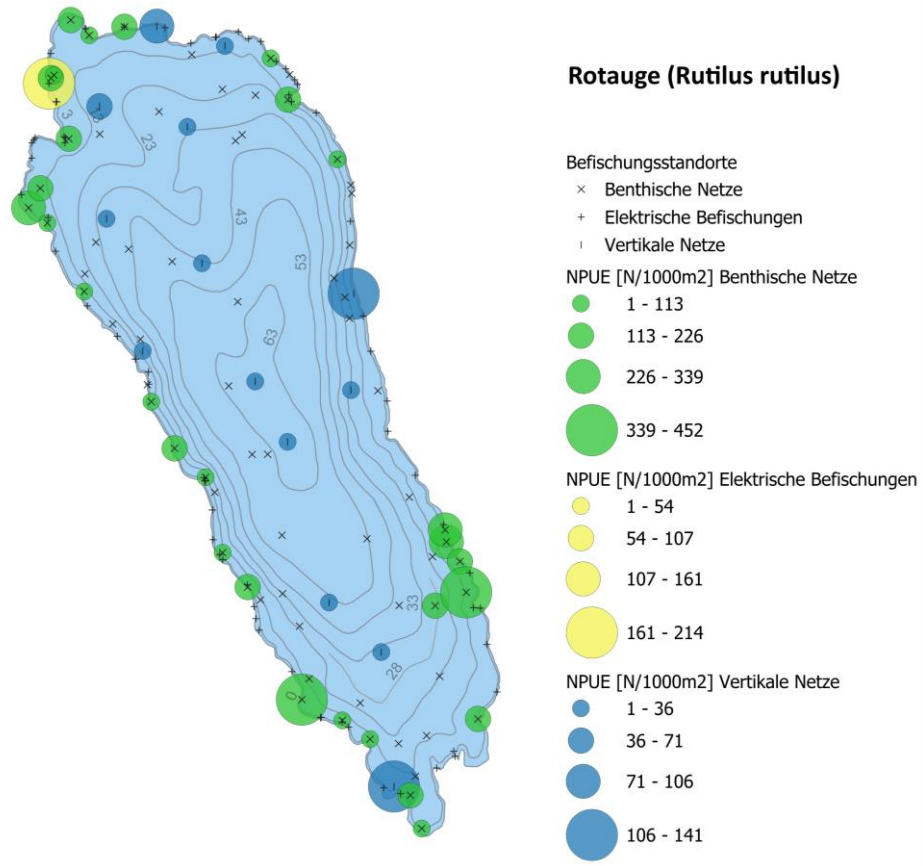
- 1 - 601
- 601 - 1202
- 1202 - 1804
- 1804 - 2405

#### NPUE [N/1000m<sup>2</sup>] Elektrische Befischungen

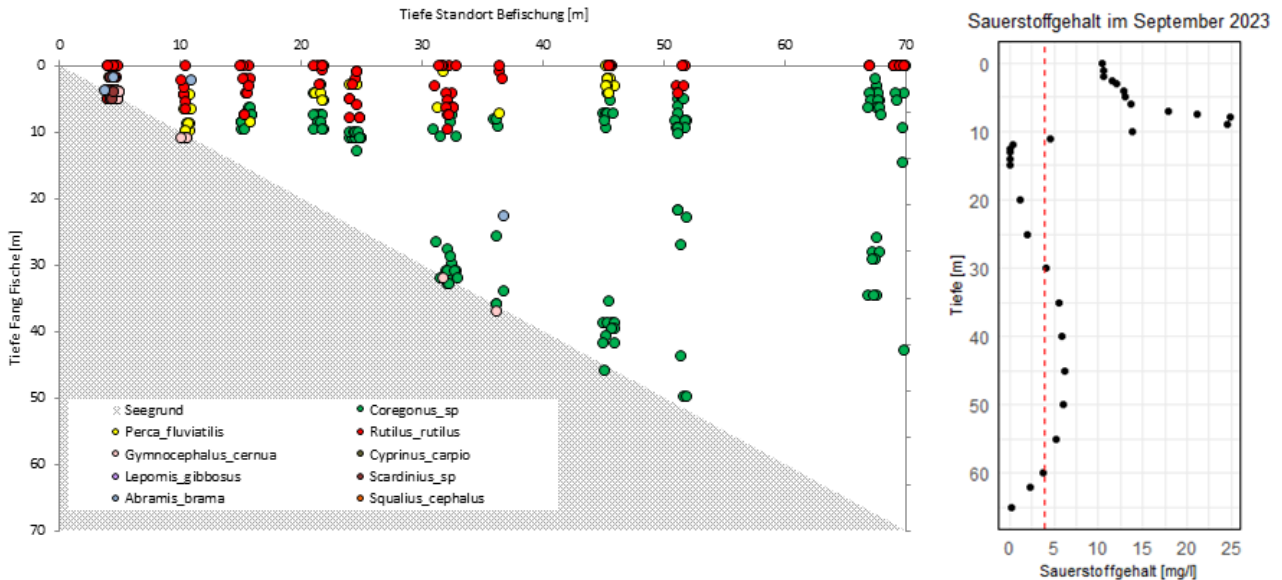
- 1 - 900
- 900 - 1800
- 1800 - 2700
- 2700 - 3600

#### NPUE [N/1000m<sup>2</sup>] Vertikale Netze

- 1 - 60
- 60 - 121
- 121 - 181
- 181 - 242



**Abbildung 4-10.** Geografische Verteilung der Flussbarsch-, Rotaugen- und Felchenfänge im Baldeggersee (alle Protokolle). Weitere Karten anderer gefangener Fischarten befinden sich im Anhang.



**Abbildung 4-11.** Links sind die mit Vertikalnetzen gefangenen Fische (Punkte) dargestellt. Die Y-Achse gibt die effektive Fangtiefe an. Die X-Achse gibt die maximale Tiefe am Standort an, an dem das Vertikalnetz gesetzt wurde. Rechts ist die Tiefenverteilung des Sauerstoffs im September 2023 dargestellt.

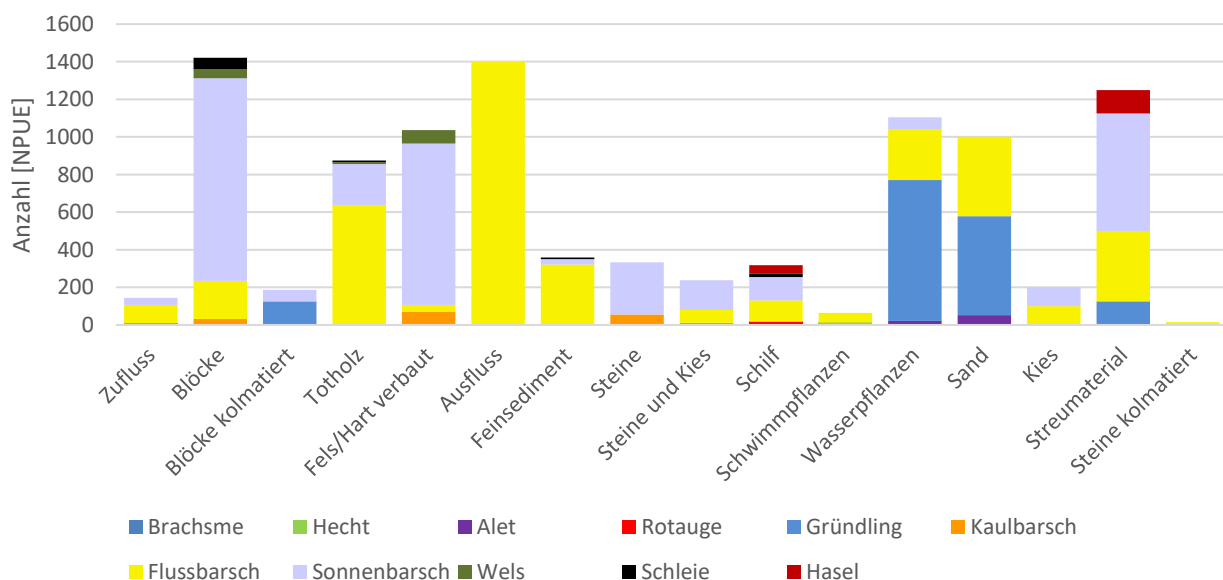
#### 4.3.5.1 Uferhabitate

Die Ergebnisse der elektrischen Befischung weisen auf eine ungleichmässige Verteilung der Fische in den verschiedenen Habitaten entlang der Ufer hin (Abbildung 4-12). Im Baldeggersee wurden in allen befischten Habitaten Fische nachgewiesen, auch in für Fische eher wenig attraktiven Habitaten (Feinsediment, Steine und Blöcke kolmatiert). Die höchsten Fischdichten fanden sich jedoch in der Nähe von Blöcken, des Ausflusses und bei Streumaterial (Totholz, Blätter). Die grösste Artenvielfalt wurde interessanterweise bei Schilf gefangen. Üblicherweise findet sich diese eher in der Nähe der Zuflüsse. Die geringsten Dichten wurden bei kolmatierten Steinen, Schwimmpflanzen und überraschenderweise bei den Zuflüssen beobachtet.

Die meisten positiven Assoziationen<sup>1</sup> mit gewissen Fischarten (Fische werden häufiger gefangen als durch Zufall erwartet) zeigten die Habitate-Blöcke, Fels/Hart verbaut und Schilf (Tabelle 4-3). Bemerkenswert ist das hohe Vorkommen von im Hallwilersee standortfremden Arten (Kaulbarsch, Sonnenbarsch und Wels) in den Lebensräumen Block und

Fels/Hart verbaut. Ein Bild das auch in anderen Seen so beobachtet wird. Die grössten positiven Assoziationen einzelner Fischarten mit Blick auf ein bestimmtes Habitat zeigen Brachsen (Zufluss), Hecht (Schwimmpflanzen), Rotaugen (Schilf), Hasel (Streumaterial) und Alet (Sand). Die Ergebnisse der elektrischen Befischungen unterstreichen die Bedeutung von Strukturen und vielfältigen Lebensräumen entlang des Seeufers für das Vorkommen von verschiedenen Fischarten.

Die Elektrofischerei und die Netzfänge ergänzen sich sehr gut. Mit den Netzen werden Arten gefangen, die sich aktiv bewegen. Mit der Elektrofischerei werden derweil insbesondere auch benthische Arten gefangen, die in strukturierten Uferbereichen Schutz suchen. Im Offenwasser stehende Fische fliehen dagegen mehrheitlich vor der elektrischen Befischung. Ausserdem können einige Arten mit Netzen nicht effizient gefangen werden (z.B. Groppe, Schmerle, Aal oder Bachneunauge).



**Abbildung 4-12.** Anzahl Fische, korrigiert für die befischte Fläche, die mittels Elektrofischerei in den verschiedenen Habitaten gefangen wurden.

**Tabelle 4-3.** Tabelle mit berechneten positiven und negativen Assoziationen<sup>1</sup> zwischen Fischen und Habitaten.

Fischart	Zufluss	Blöcke	Blöcke kolmatiert	Totholz	Fels/Hart verbaut	Ausfluss	Feinsediment	Steine	Steine und Kies	Schilf	Schwimmpflanzen	Wasserpflanzen	Sand	Kies	Streumaterial	Steine kolmatiert
	N=6	N=5	N=1	N=10	N=2	N=1	N=7	N=2	N=6	N=11	N=5	N=4	N=3	N=1	N=2	N=4
Brachse	15.0	-1.0	-1.0	-1.0	-1.0	-1.0	-1.0	-1.0	-1.0	-1.0	-1.0	-1.0	-1.0	-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	15.0	-1.0	-1.0	-1.0	-1.0	-1.0
Alet	-1.0	-1.0	-1.0	-1.0	-1.0	-1.0	-1.0	-1.0	-1.0	-1.0	-1.0	3.5	10.5	-1.0	-1.0	-1.0
Rotauge	-1.0	-1.0	-1.0	-1.0	-1.0	-1.0	-1.0	-1.0	-1.0	15.0	-1.0	-1.0	-1.0	-1.0	-1.0	-1.0
Gründling	-1.0	-1.0	0.3	-1.0	-1.0	-1.0	-1.0	-1.0	-1.0	-1.0	-1.0	6.9	4.5	-1.0	0.3	-1.0
Kaulbarsch	-1.0	1.9	-1.0	-1.0	5.7	-1.0	-1.0	4.2	0.1	-1.0	-1.0	-1.0	-1.0	-1.0	-1.0	-1.0
Flussbarsch	-0.6	-0.2	-1.0	1.5	-0.9	4.5	0.3	-1.0	-0.7	-0.6	-0.8	0.1	0.6	-0.6	0.5	-0.9
Sonnenbarsch	-0.8	3.7	-0.7	0.0	2.8	-1.0	-0.9	0.2	-0.3	-0.4	-1.0	-0.7	-1.0	-0.6	1.8	-1.0
Wels	-1.0	4.9	-1.0	0.2	7.9	-1.0	-1.0	-1.0	-1.0	-1.0	-1.0	-1.0	-1.0	-1.0	-1.0	-1.0
Schleie	-1.0	9.3	-1.0	0.6	-1.0	-1.0	0.2	-1.0	-1.0	1.8	-1.0	-1.0	-1.0	-1.0	-1.0	-1.0
Hasel	-1.0	-1.0	-1.0	-1.0	-1.0	-1.0	-1.0	-1.0	-1.0	3.3	-1.0	-1.0	-1.0	-1.0	10.7	-1.0
Mittelwert	0.7	1.5	-0.8	-0.4	1.0	-0.5	-0.7	-0.4	-0.8	1.0	0.6	0.4	0.9	-0.9	-0.4	-1.0

<sup>1</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 zu erwarten wäre. Ein negativer Wert bedeutet, dass eine Art seltener anzutreffen ist, als dies durch Zufall zu erwarten wäre.

## 4.4 Vergleich mit Hallwilersee

### 4.4.1 Allgemeine Angaben zu den Befischungen

Eine vergleichbare standardisierte Befischung fand im Herbst 2022 auch am Hallwilersee statt. Die beiden Seen sind durch den Aabach miteinander verbunden. Sie teilen also ein gemeinsames Einzugsgebiet mit einer Wasserqualität, die in den letzten Jahrzehnten unter denselben Eutrophierungsproblemen gelitten hat. Beide Seen werden im Sommer mit Sauerstoff versorgt und im Winter belüftet. Dennoch unterscheiden sie sich in einigen Aspekten. Insbesondere ist der Baldegger See tiefer (Max. Tiefe 66 m) als der Hallwilersee (Max. Tiefe 47 m), der jedoch grösser ist. Der Baldegger See ist seit 1943 ein

Schutzgebiet von Pro Natura. Seine Ufer sind besser geschützt und besser erhalten (Abbildung 4-6), und der Verkehr von Booten ist stark eingeschränkt. Ausserdem gibt es am Baldeggersee nur einen Berufsfischer und die Freizeitfischerei ist auf das Fischen vom Ufer aus beschränkt. Um die beiden Seen miteinander zu vergleichen, wurden die Fänge pro Maschenweite ausgewertet und für die Netzfläche korrigiert (NPUE- und BPUE-Werte). Für die Auswertung werden die Daten der Vertikalnetze mit vergleichbaren Maschenweiten und der benthischen CEN-Netze mit allen Maschenweiten verwendet.

### 4.4.2 Gefangene Fische (NPUE und BPUE)

Die für die eingesetzte Netzfläche korrigierte Anzahl gefangener Fische ist im Baldeggersee 2023 in den benthischen Netzen um 17 % höher als im Hallwilersee 2022 (Tabelle 4-4). Dieser Unterschied ist vor allem bei Flussbarsch (+44%), Rotaugen (+86%), Alet (+44%), Felchen (+8%) und Schleie (+172%) recht deutlich. Andere Arten wurden im Baldeggersee weniger häufig gefangen als im Hallwilersee. Dies gilt für Kaulbarsch (-44%), Rotfeder (-53%), Hasel (-49%), Brachse (-10%), Gründling (-87%), Sonnenbarsch (-18%) und Hecht (-11%).

Betrachtet man die Biomasse, so fällt auf, dass der Unterschied zwischen den beiden Seen sogar noch ausgeprägter ist (+83%) (Tabelle 4-5). Die Fische sind im Durchschnitt also im Baldeggersee grösser.

Insbesondere auch bei den Felchen war ein grösserer Unterschied in der gefangenen Biomasse zu beobachten (+47%) als bei der Dichte. Einige Arten wie Rotfeder, Brachsen und Hecht, die im Baldeggersee weniger häufig gefangen wurden (Tabelle 4-4), wiesen im Baldeggersee trotzdem eine höhere Biomasse auf (Tabelle 4-5).

Bei den Elektrobefischungen war ein deutlicher Unterschied in der Anzahl Flussbarschen (+218% im Baldeggersee) zu beobachten. Im Hallwilersee waren insbesondere Gründlinge (+701%), Sonnenbarsche (+84%) und Schleien (+880%) häufiger zu verzeichnen. Andererseits waren Alet und Wels im Hallwilersee seltener (-83% bzw. -53%) (Tabelle 4-4).

In den Vertikalnetzen ist das Bild ähnlich wie in den benthischen Netzen. So wurden im Baldeggersee mehr Individuen gefangen als im Hallwilersee (+21%). Dieser Unterschied variiert jedoch je nach Fischart. Die Anzahl Rotaugen (+684%), Brachsen (+205%) und Alet (+509%) war im Baldeggersee deutlich höher. Auch Felchen sind im Baldegger See häufiger im pelagischen Habitat anzutreffen (+77%). Demgegenüber waren Flussbarsch (-28%), Kaulbarsch (-30%), Rotfeder (-77%) und Sonnenbarsch (-82%) im Baldeggersee weniger häufig (Tabelle 4-4). Der Unterschied zwischen den beiden Seen ist noch ausgeprägter, wenn die Biomasse betrachtet wird (+118% im Baldeggersee).

Insgesamt wurden im Baldeggersee also etwas höhere Dichten beobachtet und insbesondere eine höhere Biomasse.



**Tabelle 4-4.** Zusammenstellung der NPUE (N/1000 m<sup>2</sup>) für die drei Befischungsmethoden bei den standardisierten Befischungen des Hallwilersees (2022) und des Baldeggersees (2023).

Fischart		Benthische Netze [CEN]			Elektrische Befischungen			Vertikalnetze		
Deutsch	Lateinisch	Hallwilersee 2022	Baldeggersee 2023	Unterschied	Hallwilersee 2022	Baldeggersee 2023	Unterschied	Hallwilersee 2022	Baldeggersee 2023	Unterschied
Flussbarsch	<i>Perca fluviatilis</i>	294.99	423.43	44%	69.58	220.93	218%	40.97	29.39	-28%
Kaulbarsch	<i>Gymnocephalus cernua</i>	69.32	38.63	-44%	-	5.81	-	4.33	3.05	-30%
Rotaugen	<i>Rutilus rutilus</i>	40.04	74.57	86%	-	2.91	-	3.09	24.22	684%
Rotfeder	<i>Scardinius sp</i>	40.72	19.23	-53%	10.70	-	-	5.41	1.22	-77%
Felchen	<i>Coregonus sp</i>	13.80	14.91	8%	-	-	-	14.84	26.20	77%
Hasel	<i>Leuciscus leuciscus</i>	12.68	6.49	-49%	-	8.72	-	-	-	-
Brachse	<i>Abramis brama</i>	2.77	2.50	-10%	0.89	0.97	9%	0.15	0.46	205%
Alet	<i>Squalius cephalus</i>	4.23	6.07	44%	16.95	2.91	-83%	0.15	0.91	509%
Gründling	<i>Gobio gobio</i>	15.81	1.98	-87%	7.14	57.17	701%	0.15	-	-
Sonnenbarsch	<i>Lepomis gibbosus</i>	35.64	29.26	-18%	92.77	170.54	84%	1.70	0.30	-82%
Schleie	<i>Tinca tinca</i>	0.79	2.15	172%	0.89	8.72	880%	0.15	-	-
Hecht	<i>Esox Lucius</i>	1.53	1.36	-11%	-	0.97	-	-	-	-
Trüsche	<i>Lota lota</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Barbe	<i>Barbus barbus</i>	-	0.55	-	-	-	-	-	-	-
Zander	<i>Sander lucioperca</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Schneider	<i>Alburnoides bipunctatus</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Karpfen	<i>Cyprinus carpio</i>	0.42	2.73	5.49	-	-	-	-	0.61	-
Groppe	<i>Cottus gobio</i>	-	-	-	3.57	-	-	-	-	-
Forelle	<i>Salmo sp</i>	-	-	-	0.89	-	-	0.15	-	-
Wels	<i>Silurus glanis</i>	0.68	-	-	12.49	5.81	-53%	0.46	-	-
<b>Total</b>		<b>533.42</b>	<b>623.86</b>	<b>17%</b>	<b>215.87</b>	<b>485.47</b>	<b>125%</b>	<b>71.55</b>	<b>86.35</b>	<b>21%</b>

**Tabelle 4-5.** Zusammenstellung der BPUE (kg/1000 m<sup>2</sup>) für die drei Befischungsmethoden bei den standardisierten Befischungen des Hallwilersees (2022) und des Baldeggersees (2023).

Fischart		Benthische Netze [CEN]			Elektrische Befischungen			Vertikalnetze		
Deutsch	Lateinisch	Hallwilersee 2022	Baldeggersee 2023	Unterschied	Hallwilersee 2022	Baldeggersee 2023	Unterschied	Hallwilersee 2022	Baldeggersee 2023	Unterschied
Flussbarsch	<i>Perca fluviatilis</i>	4.52	9.90	119%	0.77	0.78	1%	0.74	1.22	65%
Kaulbarsch	<i>Gymnocephalus cernua</i>	1.41	0.57	-60%	-	0.07	-	0.10	0.04	-57%
Rotaugen	<i>Rutilus rutilus</i>	3.82	7.57	98%	-	0.01	-	0.22	2.30	948%
Rotfeder	<i>Scardinius sp</i>	1.81	3.65	101%	0.12	-	-	0.16	0.20	27%
Felchen	<i>Coregonus sp</i>	1.34	1.97	47%	-	-	-	1.47	2.83	93%
Hasel	<i>Leuciscus leuciscus</i>	0.75	0.29	-62%	-	0.01	-	-	-	-
Brachse	<i>Abramis brama</i>	0.18	1.25	592%	1.79	1.87	4%	0.14	0.51	266%
Alet	<i>Squalius cephalus</i>	3.11	3.07	-1%	4.41	0.02	-100%	0.07	1.55	2119%
Gründling	<i>Gobio gobio</i>	0.18	0.02	-89%	0.03	0.03	-16%	-	-	-
Sonnenbarsch	<i>Lepomis gibbosus</i>	0.68	0.47	-31%	1.15	0.50	-57%	0.03	0.00	-88%
Schleie	<i>Tinca tinca</i>	0.83	2.15	159%	0.01	2.97	29607%	0.10	-	-
Hecht	<i>Esox Lucius</i>	1.67	2.30	37%	-	0.20	-	-	-	-
Trüsche	<i>Lota lota</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Barbe	<i>Barbus barbus</i>	-	0.57	-	-	-	-	-	-	-
Zander	<i>Sander lucioperca</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Schneider	<i>Alburnoides bipunctatus</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Karpfen	<i>Cyprinus carpio</i>	0.35	5.14	1368%	-	-	-	-	0.97	-
Groppe	<i>Cottus gobio</i>	-	-	-	0.01	-	-	-	-	-
Forelle	<i>Salmo sp</i>	-	-	-	0.01	-	-	0.17	-	-
Wels	<i>Silurus glanis</i>	0.65	-	-	3.02	0.24	-92%	1.22	-	-
<b>Total</b>		<b>21.30</b>	<b>38.89</b>	<b>83%</b>	<b>11.32</b>	<b>6.70</b>	<b>-41%</b>	<b>4.42</b>	<b>9.64</b>	<b>118%</b>

#### 4.4.3 Signifikanz von Unterschieden

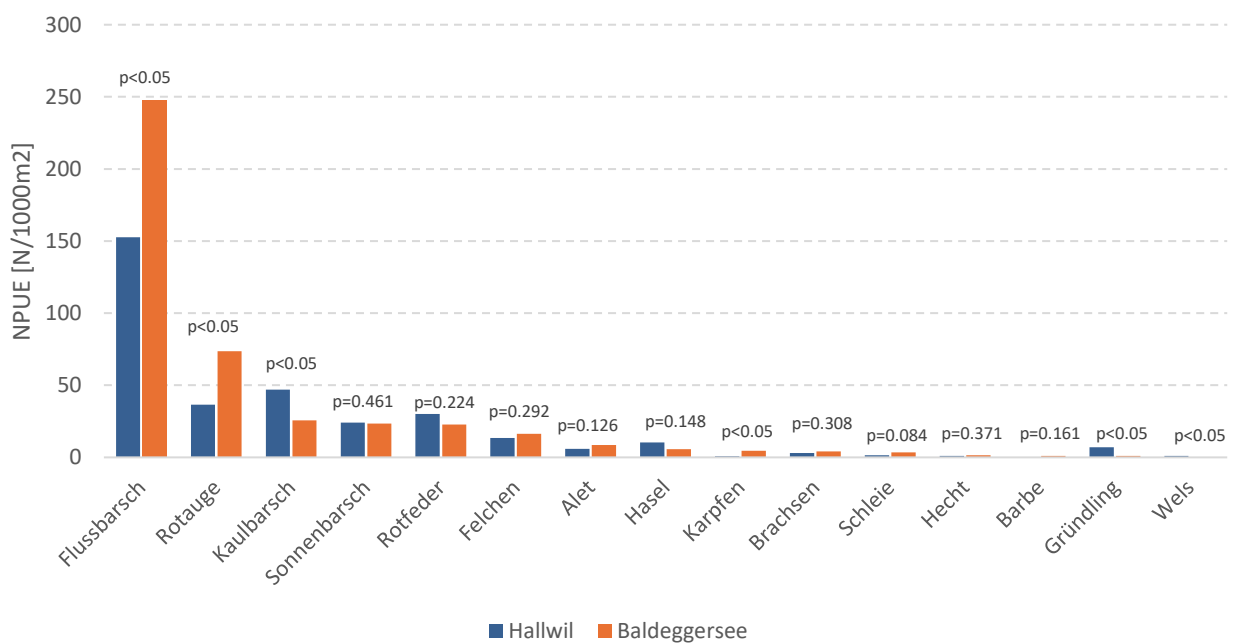
Um die Signifikanz dieser Unterschiede zu belegen, wurden die Fänge aus Grundnetzen statistisch miteinander verglichen. Dies wurde für Grundnetze gemacht, da diese eine hohe Anzahl Replikate aufweisen und daher statistisch gut ausgewertet werden können. Dazu wurde in beiden Seen und für jede Tiefe dieselbe Anzahl Netze in die Analyse einbezogen. Falls in einem See in einer Tiefe mehr Netze ausgelegt wurden, dann wird eine zufällige Stichprobe berücksichtigt. Aus diesem Grund können die NPUE-Werte von denen aus Tabelle 4-4 abweichen.

Die Betrachtung der Dichte zeigt, dass signifikant höhere Fänge im Baldeggersee für Flussbarsch, Rot-

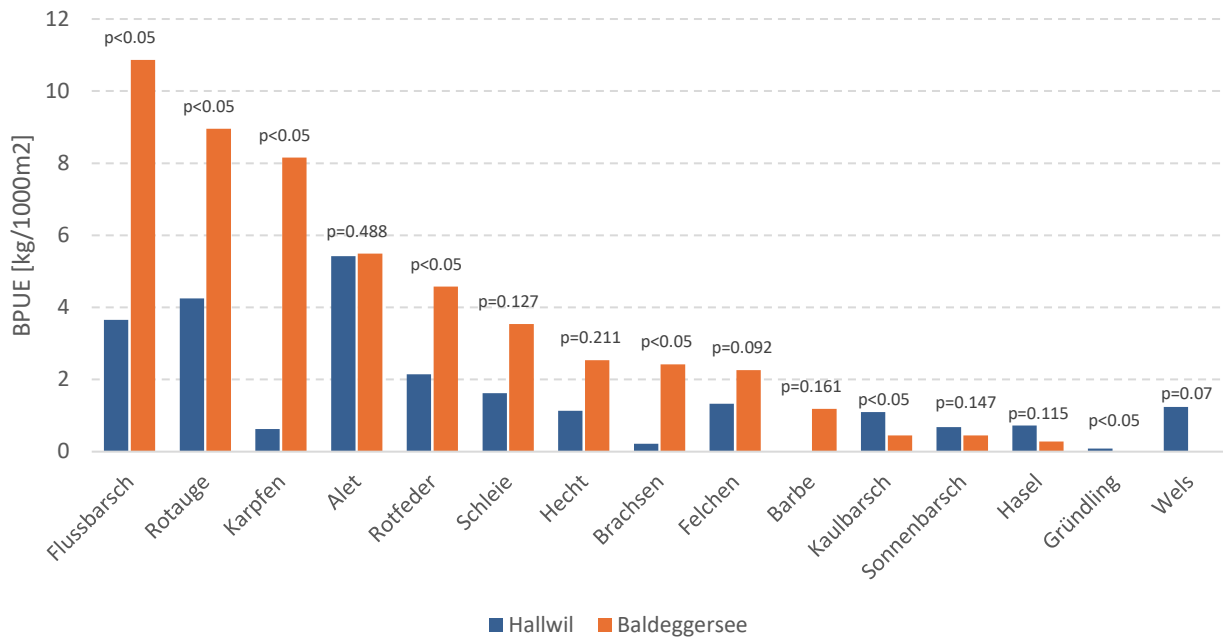
auge und Karpfen beobachtet werden können. Demgegenüber wurden im Baldeggersee signifikant weniger Kaulbarsche, Gründlinge und Welse gefangen (Abbildung 4-13).

Dieselbe Analyse für die gefangene Biomasse ergibt im Baldeggersee signifikant höhere Fänge für Flussbarsch, Rotaugen, Karpfen, Rotfeder und Brachse. Signifikant geringer waren die Fänge für Kaulbarsch und Gründling (Abbildung 4-14).

Bei den Felchen wiederum war der Unterschied nicht signifikant, weder für die Biomasse noch für die Dichte (Tabellen 4-4, 4-5). Die einzelnen Grafiken sind im Anhang (Kapitel 9.4).



**Abbildung 4-13.** Statistischer Vergleich der gefangenen Fischdichten (N/1000m<sup>2</sup>) in benthischen Netzen bei den standardisierten Befischungen des Hallwilersees (2022) und des Baldeggersees (2023).



**Abbildung 4-14.** Statistischer Vergleich der gefangenen Fischdichten (kg/1000m<sup>2</sup>) in benthischen Netzen bei den standardisierten Befischungen des Hallwilersees (2022) und des Baldeggsees (2023).

#### 4.4.4 Vergleich der Längenverteilung

Die Längenverteilung (Abbildung 4-15) zeigt eine gute Abundanz von juvenilen Flussbarschen im Baldeggsee. Erwachsene sowie ältere Individuen sind ebenfalls in naturnahen Dichten vorhanden. Im Vergleich zum Hallwilersee sind die adulten und grossen Individuen im Baldeggsee deutlich häufiger. Die Längenverteilung ist demnach im Baldeggsee naturnaher als im Hallwilersee.

Bei den Felchen war die Anzahl juveniler Individuen (12-20 cm) im Baldeggsee höher als im Hallwilersee [5]. Individuen zwischen 20-26 cm sind in beiden Seen in hohen Dichten vorhanden. Auffällig ist, dass im Baldeggsee deutlich mehr grosse Felchen nachgewiesen wurden (Abbildung 4-15).

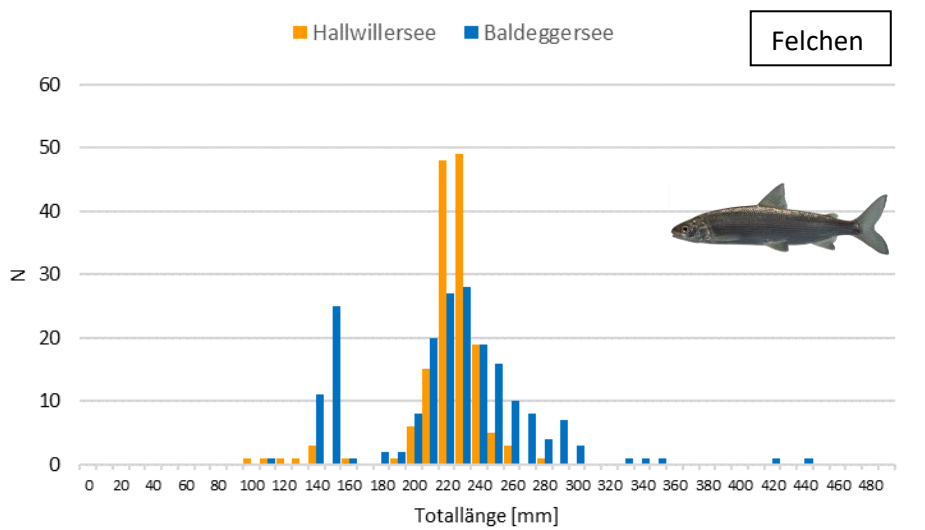
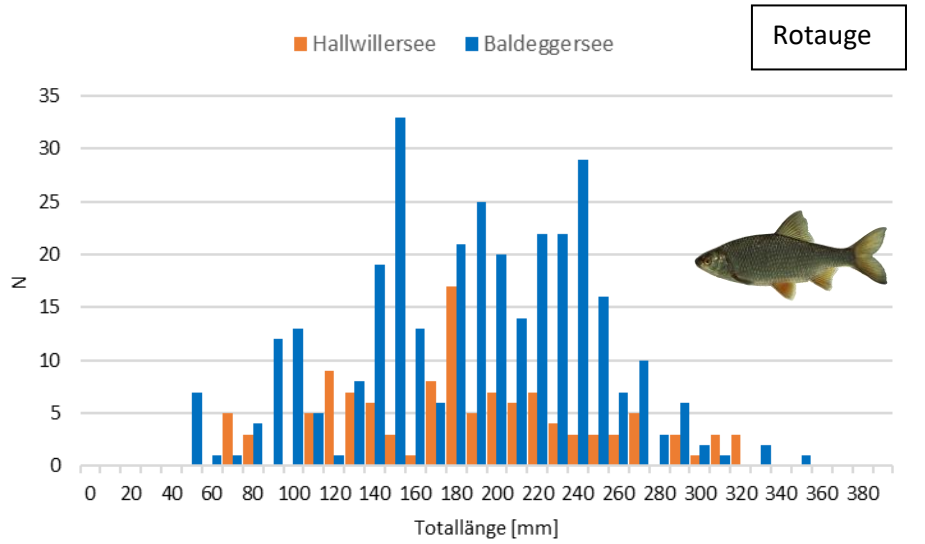
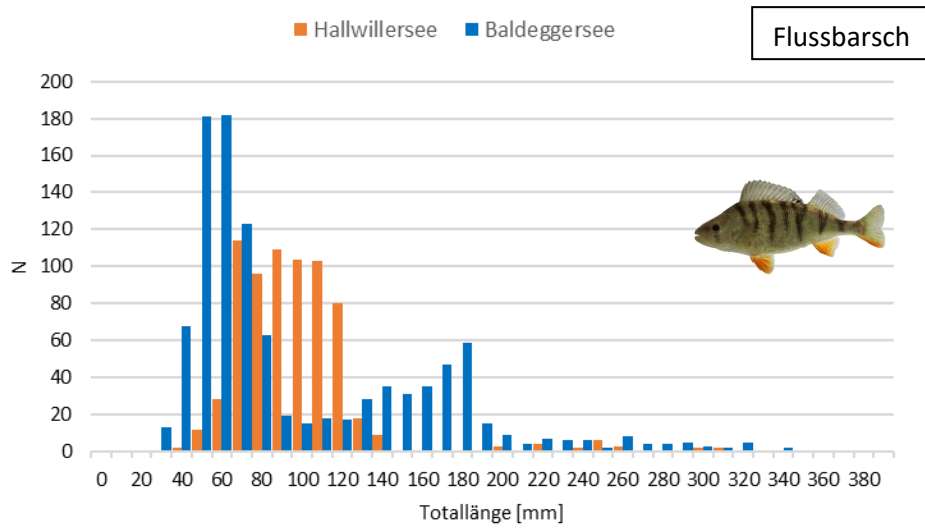


Abbildung 4-15. Längenverteilung der Flussbarsche, Rotaugen und Felchen, die bei den standardisierten Befischungen im Baldeggersee (2023) gefangen wurden, im Vergleich zu den im Hallwilersee (2022).

## 4.5 Fischereiliche Aspekte

### 4.5.1 Längenselektivität der Maschenweiten

Die Längenselektivität der Netze ist unterschiedlich für verschiedene Fischarten [18, 19]. Bei den Felchen und den Flussbarschen sind die Maschenweiten 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 erlaubten Maschenweiten gefangen werden, ist im Anhang (Kapitel 9.3) dargestellt.

### 4.5.2 Vergleich mit Fangstatistik

Die Anglerfänge in Bezug auf sämtliche Fischarten (Abbildung 4-15) waren in der Periode zwischen 2012 und 2023 relativ stabil. Mit über 2 Tonnen gefangenen Fischen waren die Fänge in den Jahren 2017 und 2018 am höchsten. Mehrheitlich werden von Angelfischern Hechte und Flussbarsche gefangen. Felchenfänge sind vom Ufer aus nur wenige möglich.

erheblich von den Fängen der Angler und Netzfischer (siehe Abbildung 4 18). Die Ergebnisse verdeutlichen, dass standardisierte und nicht gezielte Abfischungen notwendig sind, um eine vergleichbare Einschätzung der Fischartenzusammensetzung zwischen verschiedenen Seen und innerhalb eines Sees im Laufe der Zeit zu ermöglichen.

Die Netzfischerfänge zeigen ein anderes Bild. Insbesondere fallen die starken Schwankungen der Fänge auf. Dies dürfte mehrheitlich auf einen schwankenden Aufwand zurückzuführen sein. Tatsächlich fischt nur ein Netzfischer im See und das auch nur, wenn die Fänge im Sempachersee eher schlecht ausfallen. Der Befischungsdruck dürfte daher je nach Jahr sehr unterschiedlich ausfallen. Daher bilden die Fänge auch keine zeitliche Entwicklung des Fischbestands ab. Zudem ist in den Fängen ersichtlich, dass ein Grossteil der gefangenen Fische im gesamten Zeitraum Felchen waren (grüne Balken).

Schliesslich zeigen die Fangstatistiken deutlich, dass bestimmte Fischarten sehr gezielt gefangen werden. Dadurch unterscheidet sich die Zusammensetzung der standardisierten „Projet Lac“-Fänge im Jahr 2023

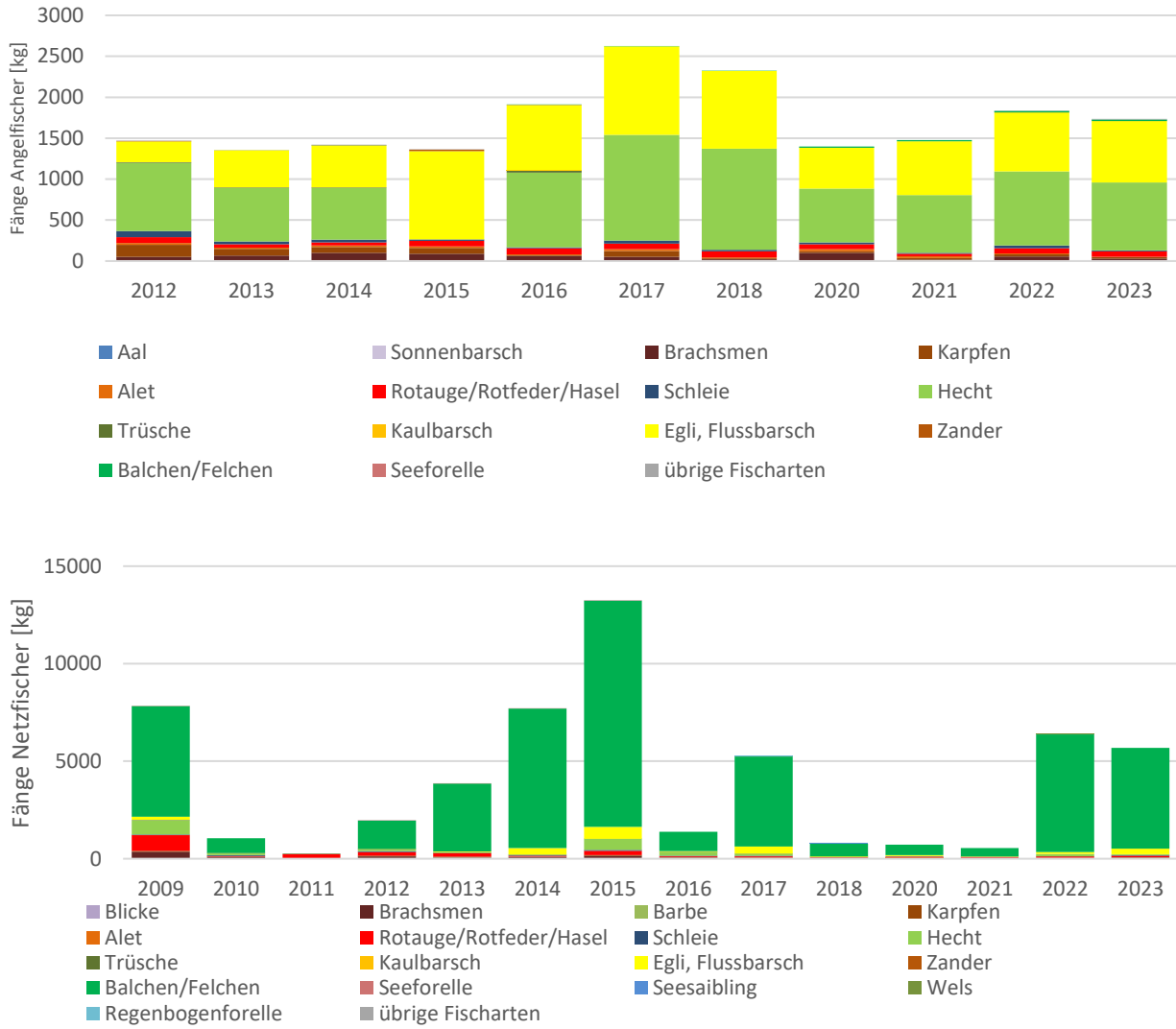


Abbildung 4-15. Entwicklung der Netz- und Angelfischerfänge vom Baldeggersee zwischen 2009 und 2023.

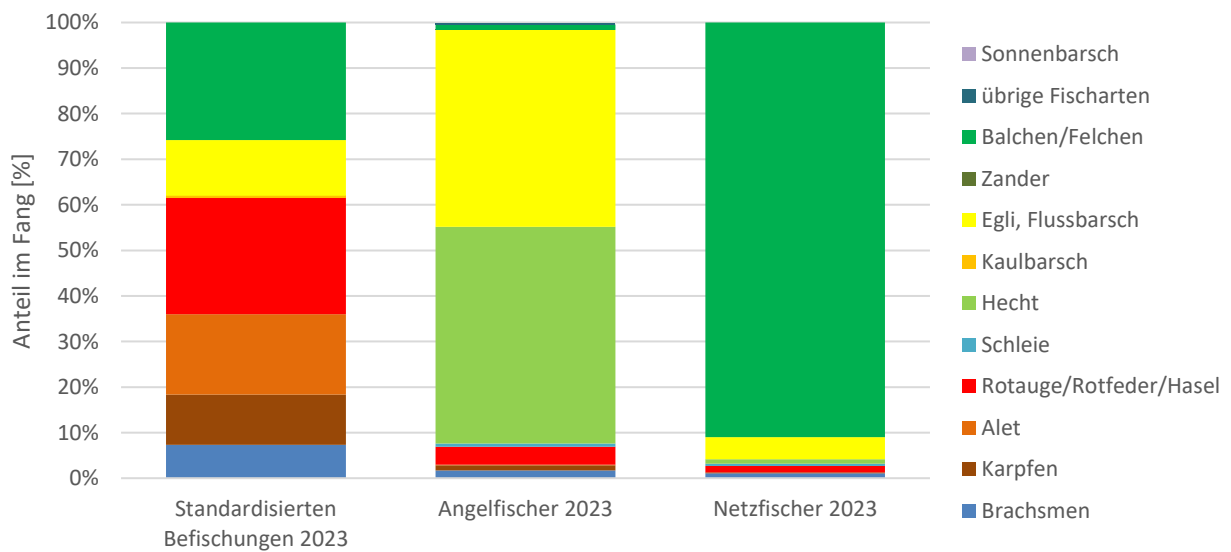


Abbildung 4-16. Anteil der verschiedenen Fischarten am Fang der Angelfischer, der Berufsfischer und der standardisierten Befischungen (volumenkorrigierte Biomasse aus Vertikalnetzen).

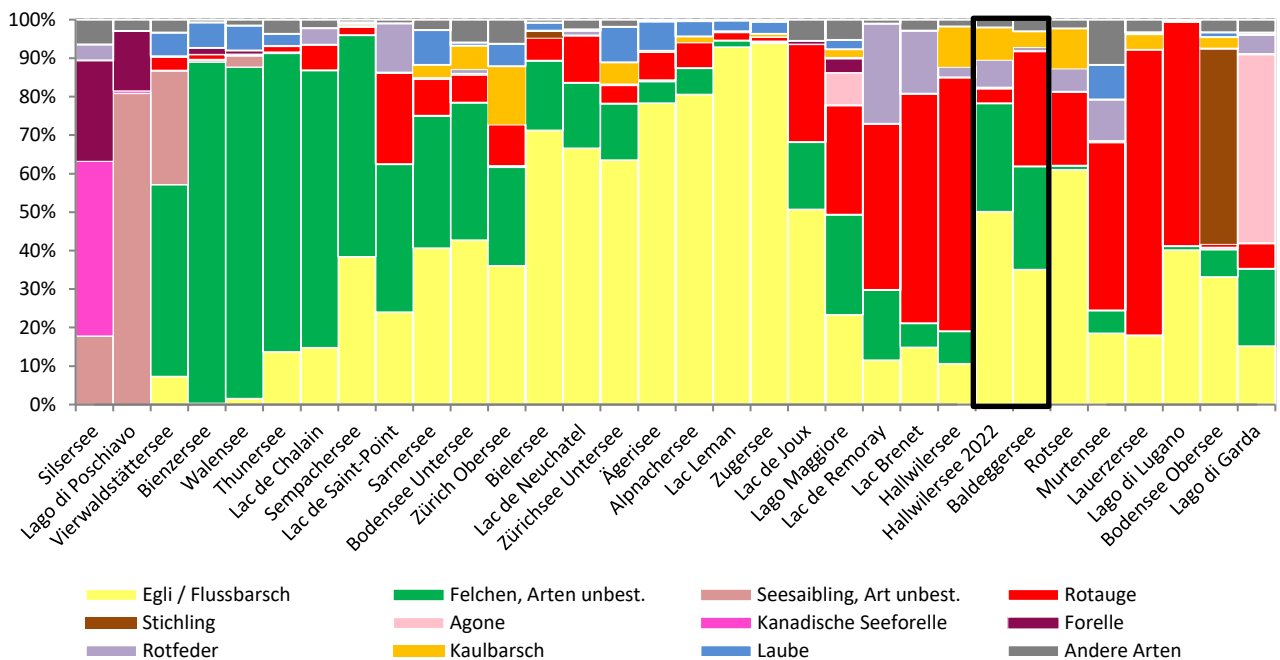


## 4.6 Vergleiche mit anderen Seen

### 4.6.1 Fischbestand

Im Vergleich mit anderen Alpenrandseen und aufgrund der bezüglich der Netzfläche und der Verfügbarkeit der Habitate gewichteten Fänge [20] entspricht der Baldeggersee in 2023 einer besonderen Zwischenform zwischen einem Flussbarsch-, einem Rotaugen- und einem Felchensee (Abbildung 4-18). Der See wird jedoch von Flussbarschen dominiert,

dicht gefolgt von Rotaugen und Felchen. Der Vergleich mit dem Hallwilersee zeigt, dass die Fischartenzusammensetzung der beiden insgesamt sehr ähnlich ist, auch wenn im Baldeggersee Rotaugen etwas stärker vertreten sind als 2022 im Hallwilersee.



**Abbildung 4-17.** Vergleich der relativen Häufigkeit der Fänge der einzelnen Arten (Anzahl Fische), die in den verschiedenen Seen in Vertikalnetzen gefangen wurden. Die Daten sind volumenkorrigiert, um zwischen den Seen besser vergleichen zu können [20].

## 5 Diskussion

### 5.1 Ökologische Bewertung des Baldeggersee

#### 5.1.1 *Physikalische und chemische Eigenschaften des Wassers*

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

Der Baldeggersee ist heute ein tiefer, mesotropher und oberflächenwarmer Voralpensee. Die Sprungschicht liegt im Sommerhalbjahr oberflächennah in ca. 7 -12 m Tiefe. Die Aufenthaltsdauer des Seewassers ist mit 5.6 Jahren eher lang. In den Siebzigerjahren kam es, wie im Hallwilersee, zu einer starken Eutrophierung des Sees. Im Spätsommer besteht im oberen Hypolimnion (12-25 m) und in der Tiefe trotz der künstlichen Sauerstoffzufuhr stets ein ausgeprägtes Sauerstoffdefizit (Sauerstoffkonzentration < 4 mg/l). Dieser Zustand dauert jeweils bis in den Spätherbst/Frühwinter an.

#### 5.1.2 *Uferhabitate*

Die Habitatkartierung des Baldeggersee zeigt im Litoral einen hohen Anteil an strukturierten Habitaten wie Schilf, Totholz, Seerosen, Steine, Kies oder Zuflüsse. Diese bieten den Fischen gute Versteckmöglichkeiten und einen strukturreichen und vielfältigen Lebensraum. Insgesamt ist die litorale Habitatvielfalt im Baldeggersee hoch.

Die Uferlinie und damit die Vernetzung mit dem Umland ist am Baldeggersee im Vergleich zu anderen grossen Schweizer Seen wenig beeinträchtigt. Nur ca. 4 % des Ufers sind verbaut. Der Grossteil der verbauten Ufer besteht aus Häfen/Bootsstellen und Blockwürfen.

Seit den Höchstständen, die Anfang der Achtzigerjahre beobachtet wurden, hat sich die Nährstoffbelastung im See reduziert, und der Baldeggersee ist heute mesotroph. Der Phosphorgehalt ist seit 2010 relativ stabil. Die limnologischen Bedingungen des Sees sind jedoch aufgrund der immer noch starken Algenproduktion nach wie vor problematisch. Der Zersetzungsprozess dieser Algen führt zu einem ausgeprägten Sauerstoffmangel, welcher die Fischfauna beeinträchtigt.

**Aus diesen Gründen ist der limnologische Zustand des Sees nach wie vor als stark beeinträchtigt einzustufen. Die künstliche Sauerstoffzufuhr führt aber dazu, dass das Hypolimnion im Verlauf des Jahres nicht gänzlich sauerstofffrei wird. Dies hält wichtige biologische Prozesse im See aufrecht, was auch den Fischen, insbesondere den Felchen, zugutekommt.**

Strukturierte und vielfältige Ufer sind für Fische in verschiedenen Altersstadien besonders wichtig. Schwemmholz, Totholz oder umgefallene Bäume sollten, wo dies möglich ist, im See belassen werden.

**Insgesamt kann der morphologische Zustand der Uferhabitate im See als naturnah bezeichnet werden. Der Baldeggersee hat eine der naturbelassenden Uferlinien von grösseren Schweizer Seen. Diese Ufer sollten erhalten und weiterhin geschützt werden.**

### 5.1.3 Artenvielfalt und standardisierte Befischung

Im Rahmen dieses Projekts wurden 2023 im Baldeggersee 15 Fischarten gefangen. Davon gelten laut VBGF 14 Arten als einheimisch und von diesen sind 12 Arten aufgrund von Literaturangaben als standortgerecht zu betrachten. Drei Arten (Kaulbarsch, Sonnenbarsch, und Wels) sind mit Bezug auf die historischen Literaturangaben als standortfremd einzustufen.

Die standardisierten Fänge werden heute durch Flussbarsche dominiert. Rotaugen sind aber bezogen auf den gesamten See fast genauso häufig. Felchen wurden im Pelagial und an der Halde gefangen. Flussbarsche und Rotaugen mehrheitlich im Uferbereich, sie sind aber auch im Pelagial häufig anzutreffen.

Damit entspricht der Baldeggersee heute einem Seetyp, der zwischen einem Flussbarschsee, ein Rotaugensee und einem Felchensee liegt. Im Vergleich

zum Zustand Mitte des letzten Jahrhunderts [17] hat sich die Fischartenzusammensetzung daher positiv entwickelt. Der See weist aber noch nicht die typische Artenzusammensetzung eines Felchensees auf. So können Fische heute während der Stagnationsphase Bereiche mit Sauerstoffdefizit (oberer Bereich des Hypolimnions und in den tiefsten Bereichen des Sees) nicht besiedeln.

**Demnach darf die heutige Fischartenzusammensetzung im Baldeggersee nicht als naturnah bezeichnet werden. Felchen überleben heute im See mit grosser Wahrscheinlichkeit wegen den getätigten Besatzmassnahmen und der Belüftung/des Sauerstoffeintrags. Zudem kommen standortfremde Fischarten im See zahlreich vor. Insgesamt ist der fischökologische Zustand des Sees deshalb als mässig beeinträchtigt einzustufen.**

## 5.2 Vergleich mit Hallwilersee

Besonders interessant ist der Vergleich der Ergebnisse der standardisierten Befischungen des Baldeggersees von 2023 mit denen des Hallwilersees von 2022. Im Baldeggersee konnten etwas höhere Fischdichten und insbesondere deutlich höhere Fischbiomassen nachgewiesen werden.

Die höheren Biomassen sind insbesondere auf das grössere Vorkommen von grossen Fischen zurückzuführen. Exemplarisch dafür können die Längenzusammensetzungen von Felchen und Flussbarschen herangezogen werden. Beide Arten wiesen im Baldeggersee deutlich mehr adulte Fische auf als im Hallwilersee.

Die beiden Seen sind limnologisch in einem recht ähnlichen Zustand, werden beide belüftet und mit Sauerstoff versorgt, und weisen eine ähnliche Fischartenzusammensetzung auf. Auch die Seemorphologie ist recht ähnlich. Der grösste Unterschied dürfte

in der fischereilichen Nutzung liegen. Im Hallwilersee befischen zwei Betriebe und ein Netzfischerverein den See regelmässig. Zudem wird die Angelfischerei im Hallwilersee auch von Booten aus betrieben. Im Baldeggersee fischt nur ein Berufsfischer und dies eher unregelmässig. Zudem ist die Angelfischerei nur vom Ufer aus möglich. Der Befischungsdruck im Baldeggersee ist daher deutlich geringer als im Hallwilersee.

Eine mögliche Ursache für den Unterschied dürfte also der deutlich geringere Befischungsdruck im Baldeggersee sein. Dass der Befischungsdruck die Längenzusammensetzung der Fische in Seen beeinflusst, wurde in verschiedenen Seen der Schweiz nachgewiesen [16], insb. die Netzfischerei scheint dabei eine wichtige Rolle zu spielen. In Seen ohne Netzfischerei wird allgemeine eine naturnähere Längenzusammensetzung festgestellt [16].

### 5.3 Fischereiliche Nutzung

Der Befischungsdruck ist im Baldeggersee allgemein gering. Die Berufsfischerei auf dem Baldeggersee fängt hauptsächlich Felchen. Dies aber eher unregelmässig. Der Berufsfischer fischt mehrheitlich auf dem Sempachersee und weicht nur gelegentlich auf den Baldeggersee aus. Angelfischer dürfen nur vom Ufer fischen und Fangen hauptsächlich Hechte und Flussbarsche.

Die Längenzusammensetzung des Fischbestands weist auf eine nachhaltige Nutzung des Fischbestands hin. So kommen sowohl juvenile als auch

adulte Fische in ausreichender Dichte vor. Zu beachten ist dabei, dass der Felchenbestand, wie auch im Hallwilersee [21], vermutlich nur dank Besatzmassnahmen auf einem guten Niveau gehalten werden kann.

**Insgesamt bietet der Fischbestand im Baldeggersee den Netz- und Angelfischern damit Fangbedingungen, die eine attraktive Fischerei ermöglicht. Der Befischungsdruck ist gering und die aktuelle fischereiliche Nutzung ist nachhaltig.**

## 6 Schlussfolgerungen

Mit vorliegender Studie wurde die Fischfauna im Baldeggersee 2023 zum ersten Mal mit einem methodisch standardisierten Verfahren erfasst. Bei der intensiven Untersuchung handelt es sich um eine stichprobenartige Momentaufnahme des Fischbestands, die während der Schichtung des Sees und ausserhalb der Fortpflanzungszeit der meisten Fischarten erhoben wurde.

Das standardisierte Vorgehen erlaubt eine tiefergehende Charakterisierung des Fischvorkommens und ermöglicht einen Vergleich mit den anderen Seen der Schweiz, die nach demselben Ansatz untersucht wurden. Ebenso kann die Entwicklung des Fischbestands, auch der fischereilich nicht relevanten Arten, mit Folgeuntersuchungen fortgesetzt werden. Diese Momentaufnahme erhebt nicht den Anspruch, ein vollständiges Bild über den Fischbestand im Baldeggersee und dessen Änderung im Jahresverlauf wiederzugeben. Hierfür sind die erhobenen Ergebnisse zeitlich zu sehr eingeschränkt.

Der Baldeggersee ist heute ein mesotropher See. Im letzten Jahrhundert wurde er durch Eutrophierung stark beeinträchtigt. Ein Teil seiner ökologischen Funktionen kann heute nur durch eine Belüftungsanlage aufrechterhalten werden, die dem See Sauerstoff zuführt. Im Sommer wird Sauerstoff ins Tiefenwasser gepumpt, und im Winter wird die Wasserzirkulation durch die Zuführung von Druckluft unterstützt. Trotz dieser Massnahmen treten saisonal nach wie vor Sauerstoffdefizite im oberen Hypolimnion und in der Tiefe des Sees auf.

Im Vergleich zu anderen Seen ist der morphologische Zustand der Ufer sehr gut. Dieses sollte erhalten und weiterhin geschützt werden.

Der Fischbestand wird im Baldeggersee als mässig beeinträchtigt eingestuft. Dies ist insbesondere auf

die Auswirkungen des Sauerstoffdefizits auf die Verteilung der Fische im See zurückzuführen. Aber auch das Fehlen von einigen Fischarten in den standardisierten Befischungen, die in einem Felchensee vorkommen sollten (z.B. Groppe, Trüsche, Seeforelle), stützt diese Beurteilung. Die vorhandenen Arten weisen demgegenüber naturnahe Populationsstrukturen, Dichten und Biomassen auf. Im Vergleich zum Hallwilersee fällt insbesondere die höhere Fischbiomasse im Baldeggersee auf, die vermutlich auf den geringeren Befischungsdruck zurückzuführen ist.

Insgesamt ist der fischökologische Zustand des Sees als mässig beeinträchtigt einzustufen. Hauptgrund dafür sind die limnologischen Bedingungen, die eine naturnahe Artzusammensetzung verhindern. Demzufolge sollten Massnahmen zu Verbesserung der Wasserqualität, insbesondere im Bereich Nährstoffeintrag, fortgeführt und intensiviert werden.

Durch die Durchführung einer standardisierten Befischung konnte erstmals ein objektives Bild der Fischgemeinschaft und der räumlichen Verteilung der Fische im Baldeggersee gewonnen werden. Die gesammelten Daten ermöglichen einen direkten Vergleich mit standardisierten Befischungen, die im Hallwilersee und in anderen Seen der Schweiz durchgeführt wurden. Damit zeigt sich auch, wie wichtig standardisierte und vergleichbare Bestandsaufnahmen der Fischfauna nach dem Vorbild des «Projet Lac» sind. Diese erlauben es, einen guten Einblick in die Bestände von befischten, wenig befischten und nicht befischten Fischarten zu erhalten. Ausserdem zeigen sie, wie sich die Fische im Raum des Sees und über die Habitate hinweg verteilen und wo Defizite bezüglich der Qualität der Lebensräume, z.B. in der Tiefe eines Sees oder bei stark verbauten Ufern, auftreten. Anhand dieser Bestandsaufnahmen wird es in Zukunft möglich sein, die Entwicklung der Fischfauna im Baldeggersee weiter zu verfolgen.



## 7 Glossar

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

**BPUE:** Beim BPUE (Biomass per unit effort) 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 nähernden 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 Aus-

gleichsströmungen 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.

**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 Merkmalen. 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.

**NPUE:** Beim NPUE (Number per unit effort) 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.

**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.

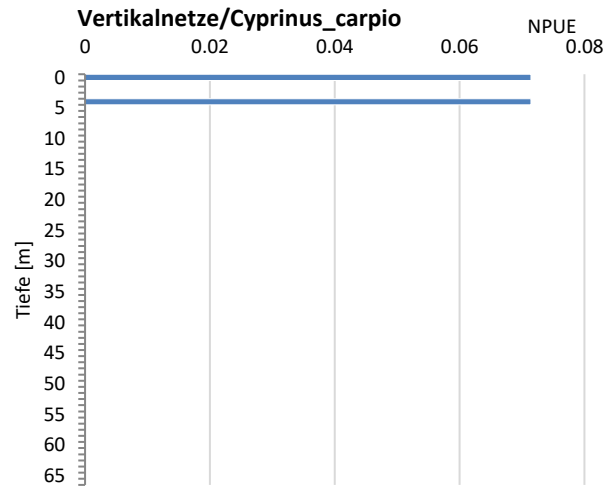
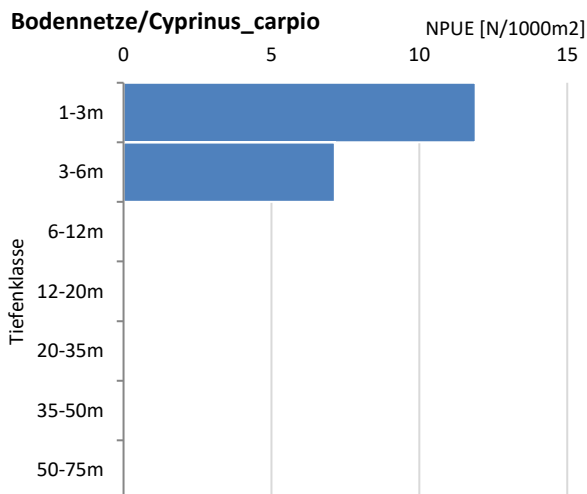
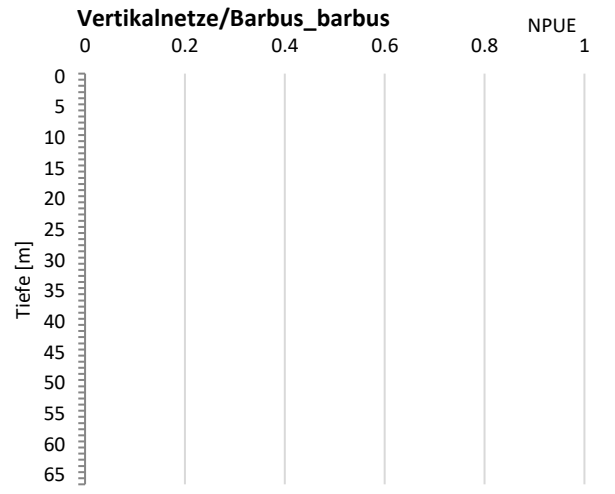
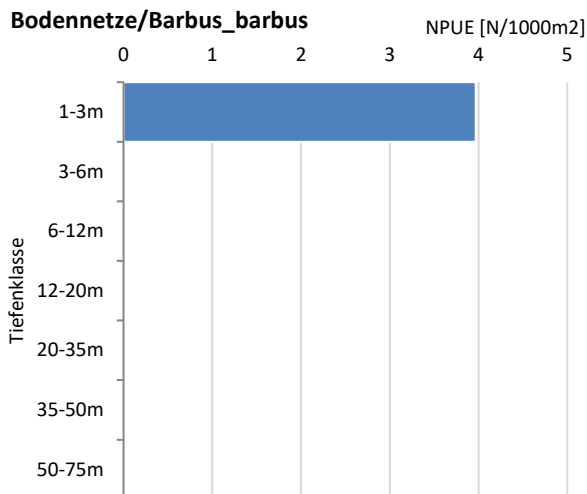
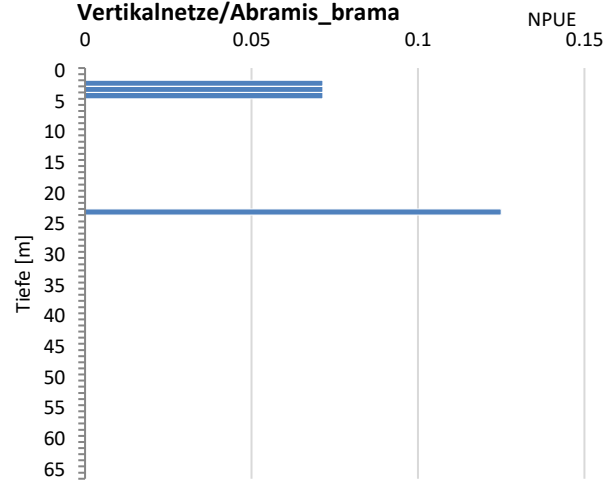
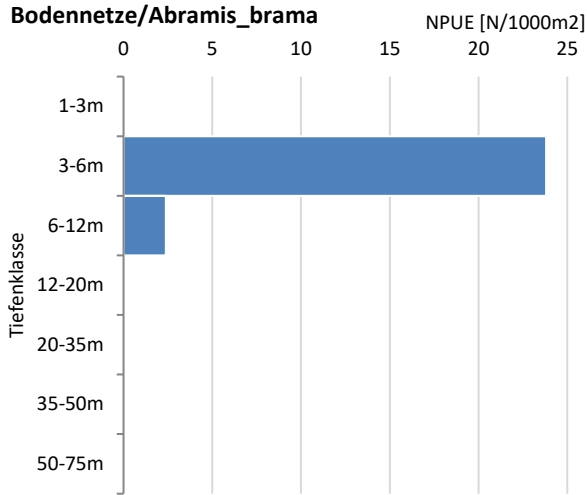
**Trophiegrad:** Der Trophiegrad charakterisiert die Nährstoffbedingungen für Pflanzen in terrestrischen und aquatischen Ökosystemen. Er umfasst die Zustandsstufen oligotroph (nährstoffarm), mesotroph (Standorte mit mittlerer Nährstoffversorgung), eutroph (nährstoffreich) und hypertroph (übermässig nährstoffreich).

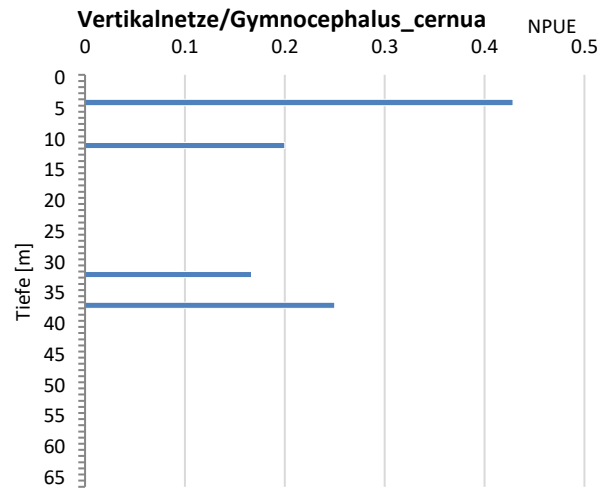
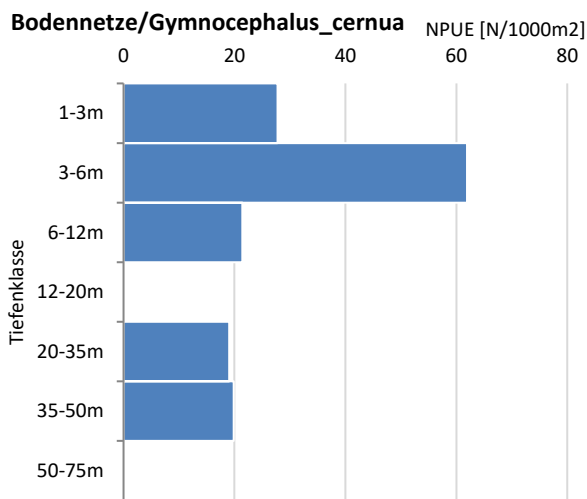
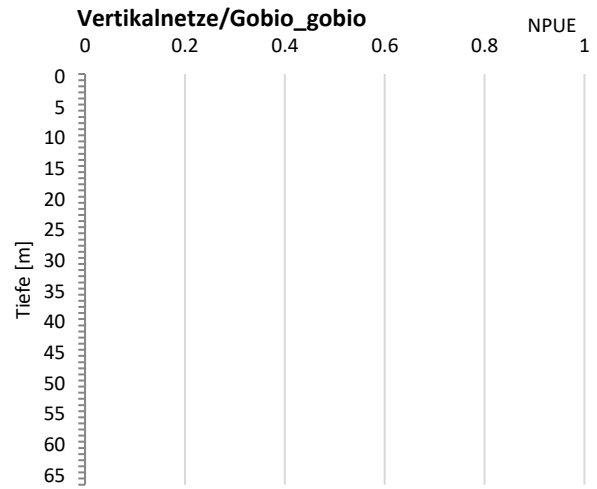
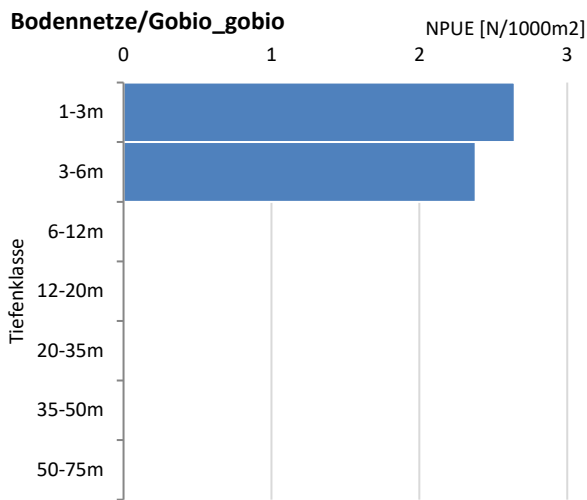
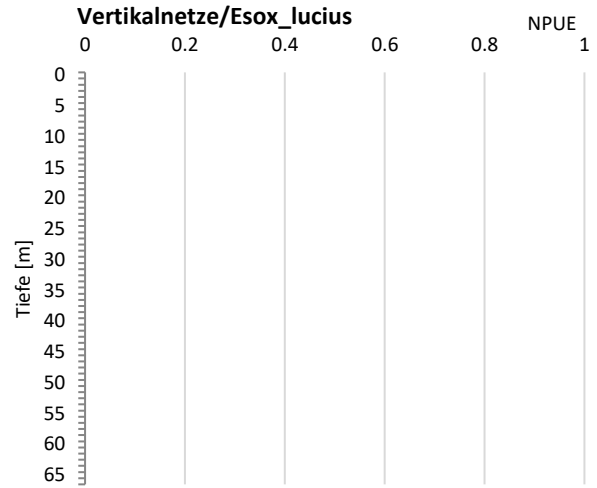
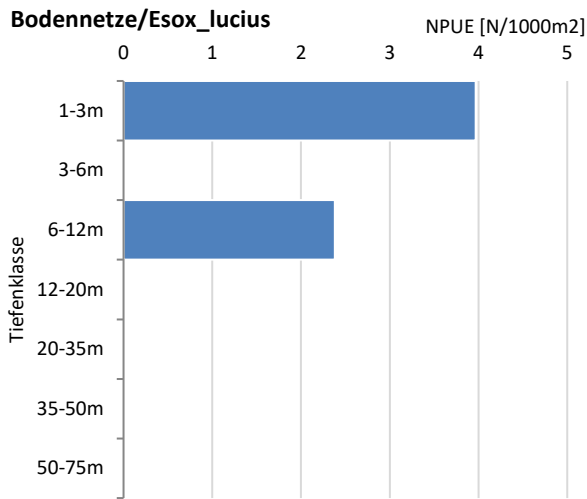
## 8 Literaturverzeichnis

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. Vonlanthen, P., and G. Périat. 2021. *Projet Lac - Methodenbericht - Entwicklung und Anwendung einer Methode zur Erfassung des Fischbestands in stehenden Gewässern*. Cordast: Aquabios GmbH, Teleos Suisse sàrl.
6. Hofer, G. 1959. Die fischereiliche Bewirtschaftung eines stark verschmutzten Sees. *Schweizerische Fischerei-Zeitung* 8: 252–254.
7. Durrer, H.-J. 1977. Der Baldeggersee und sein Fischbestand. Birmensdorf: Eine wissenschaftliche Arbeit zur Erlangung des Sekundarlehrerdiploms im Kanton Luzern.
8. Degiorgi, F. 1994. Etude de l'organisation spatiale de l'ichtyofaune lacustre. **Besançon**: Université de Franche-Comté.
9. 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.
10. Vonlanthen, P., and G. Périat. 2021. *Methodik zur standardisierten Befischung von Stehgewässern der Schweiz*. Cordast: Aquabios GmbH, Teleos Suisse sàrl.
11. Schwimmclub Oberursel e.V. Der Aufbau heimischer Seen.
12. DIN EN 14757. 2015. *Wasserbeschaffenheit - Probenahme von Fischen mittels Multi-Maschen-Kiemennetzen; Deutsche Fassung EN 14757:2015*. DIN - Normausschuss Wasserwesen (NAW).
13. 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.
14. Kanton Luzern Umwelt und Energie (uwe), Landwirtschaft und Wald (lawa), Kanton Aargau Abteilung für Umwelt (AfU), Abteilung Wald (Sektion Jagd- und Fischerei) Landwirtschaft Aargau (Sektion Jagd- und Fischerei), Gemeindeverband Sempachersee (GVS), and Gemeindeverband Baldegger- und Hallwilersee (GVBH). 2024. Jahresbericht 2023 der Arbeitsgruppe Sanierung Mittellandseen (ASSAN). Zustand der Mittellandseen aufgrund aktuellster Gewässerdaten.
15. Bertiller, A., C. Könitzer, L. Hunzinger, and N. Ryser. 2022. *Revitalisierung Seeufer - Strategische Planung Dezember 2022*. Kanton Luzern, Bau-, Umwelt- Und Wirtschaftsdepartement. Luzern: Sigmaplan AG, Flussbau AG.
16. Alexander, T., and O. Seehausen. 2021. *Diversity, distribution and community composition of fish in perialpine lakes - "Projet Lac" synthesis report*. Kastanienbaum: Eawag: Swiss Federal Institute of Aquatic Science and Technology.
17. Stadelmann, P. 1984. Die Zustandsentwicklung des Baldeggersees (1900–1980) und die Auswirkung von seeinternen Massnahmen. *Wasser, Energie, Luft* 76: 85–95.
18. Fujimori, Y., and T. Tokai. 2001. Estimation of gillnet selectivity curve by maximum likelihood method. *Fisheries Science* 67: 644–654.
19. 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.
20. 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.
21. Aquabios. 2018. *Otolithenmarkierung der Felchen vom Hallwilersee - Markierung 2014 und Erfolgskontrollen 2014 - 2018 - Schlussbericht*. Auftraggeber: Departement Bau, Verkehr Und Umwelt, Abteilung Wald, Sektion Jagd Und Fischerei, Kanton Aargau. Cordast: Aquabios GmbH.

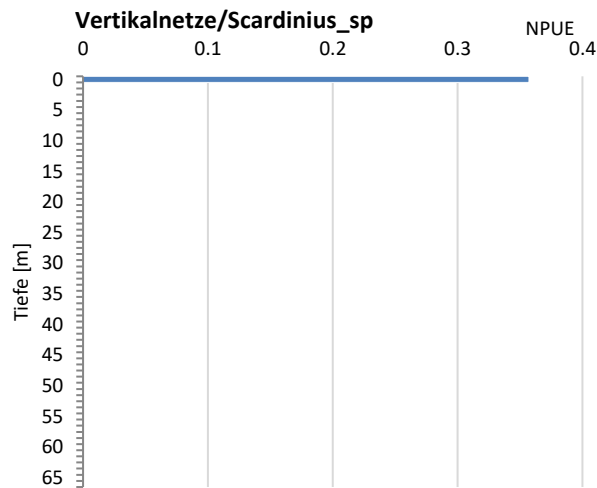
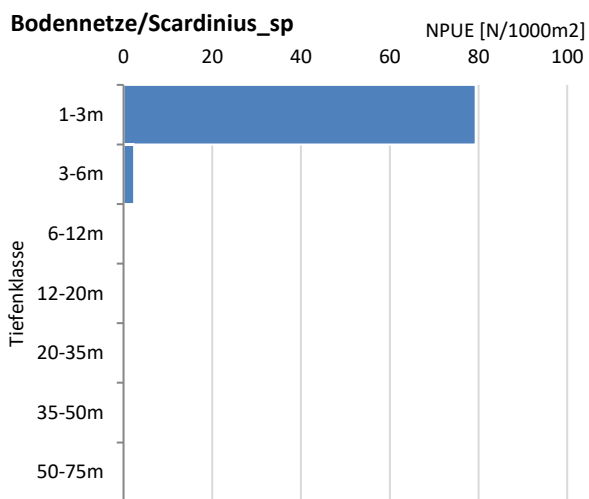
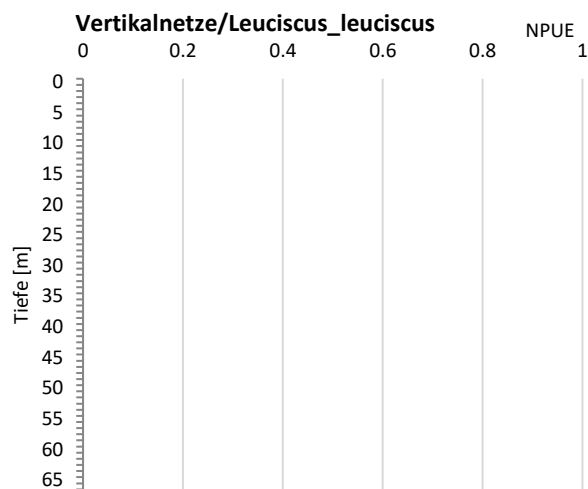
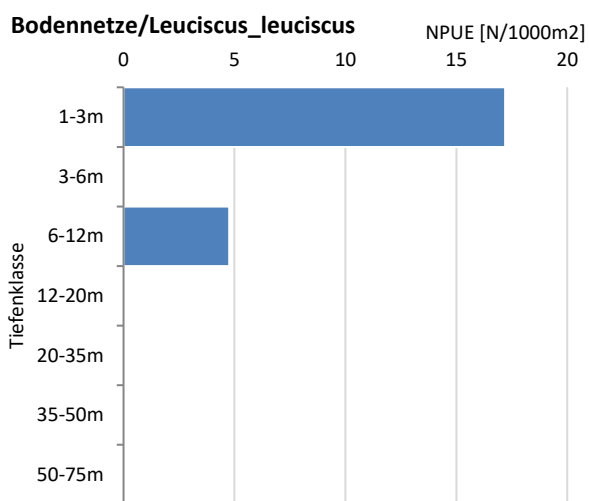
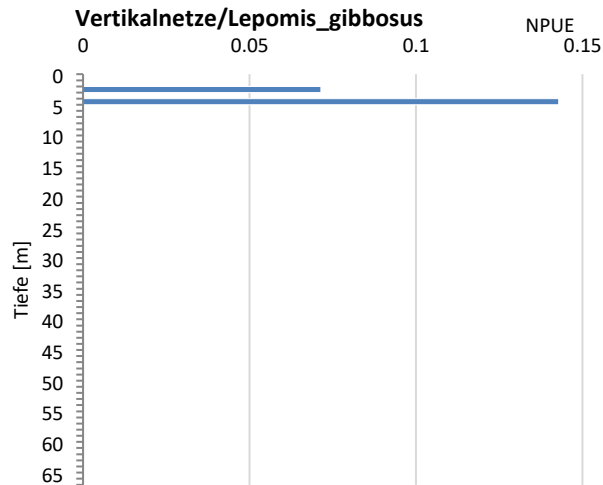
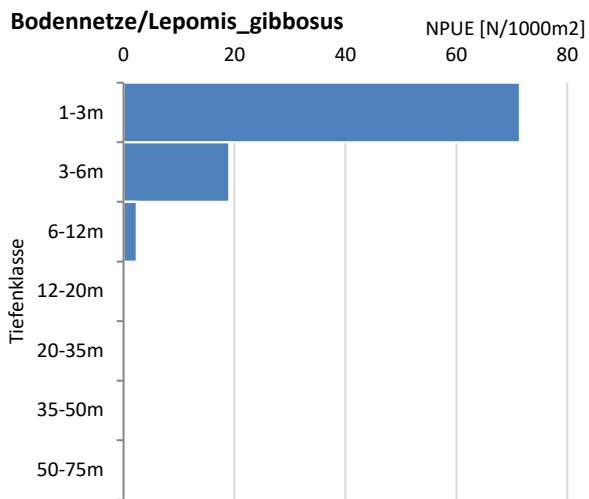
# 9 Anhang

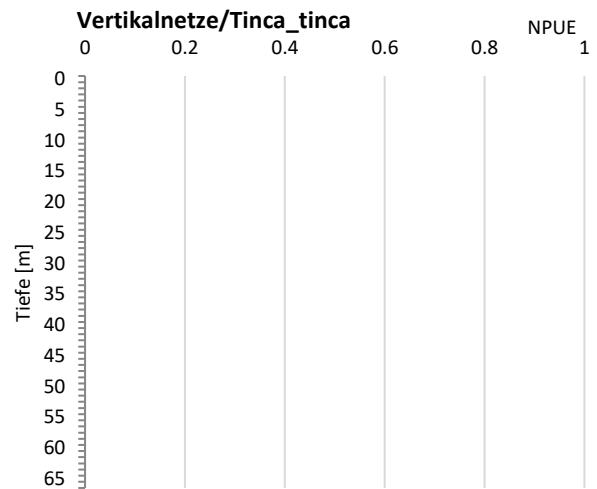
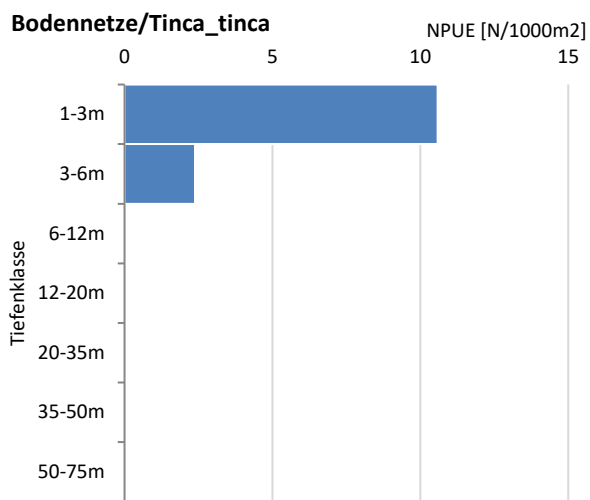
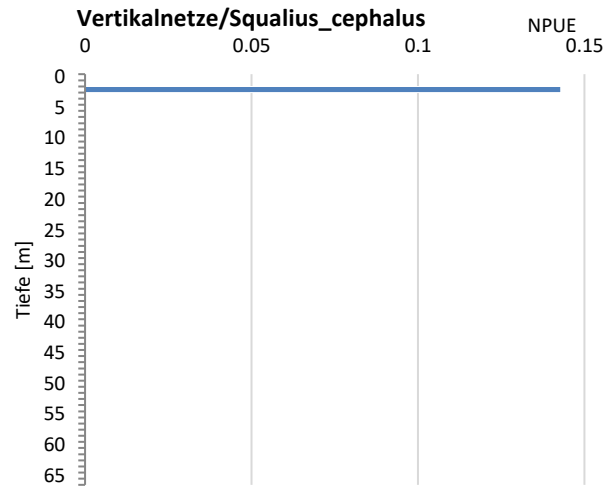
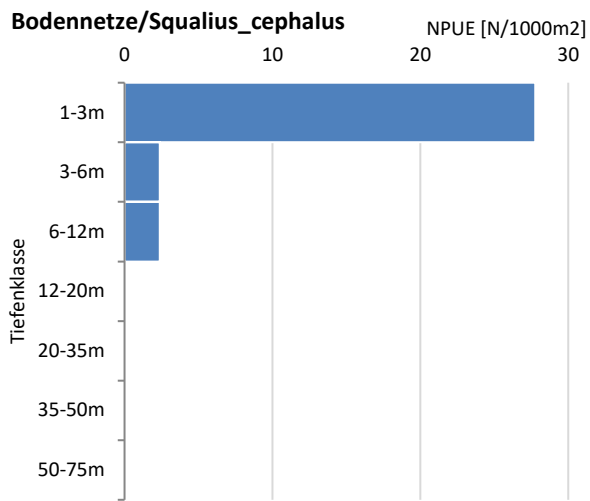
## 9.1 Tiefenverteilung der Fänge von 2023



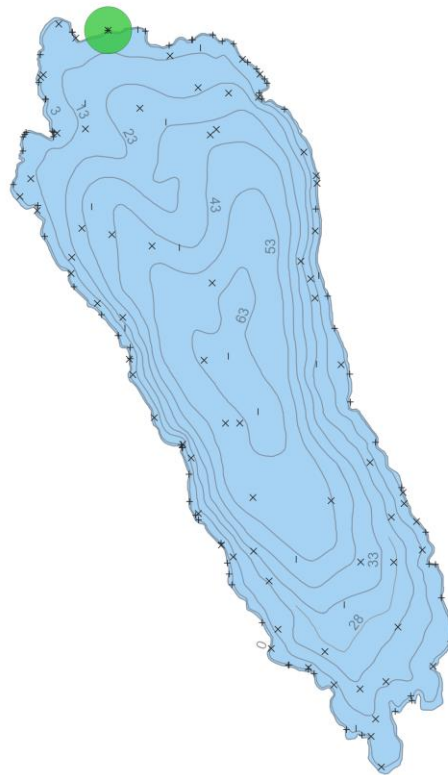








## 9.2 Geografische Verteilung der Fänge von 2023 (NPUE)



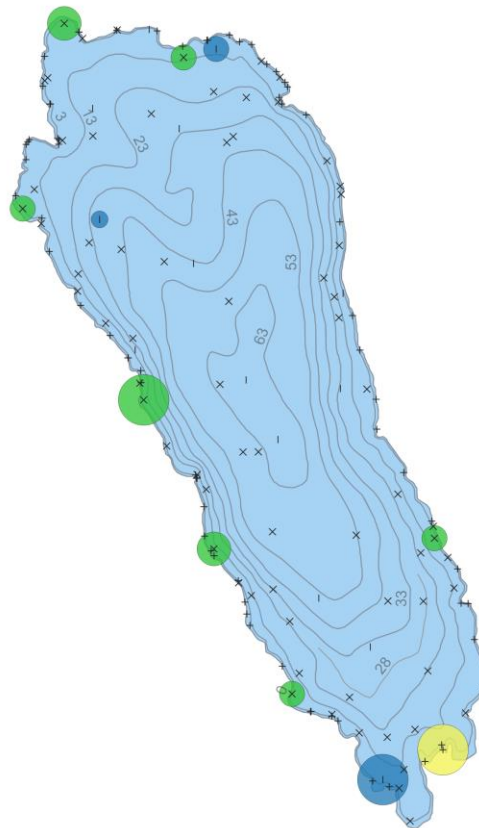
### Barbe (*Barbus barbus*)

Befischungsstandorte

- x Benthische Netze
- + Elektrische Befischungen
- | Vertikale Netze

NPUE [N/1000m<sup>2</sup>] Benthische Netze

- 1 - 18
- 18 - 36
- 36 - 54
- 54 - 71



### Brachse (*Abramis brama*)

Befischungsstandorte

- x Benthische Netze
- + Elektrische Befischungen
- | Vertikale Netze

NPUE [N/1000m<sup>2</sup>] Benthische Netze

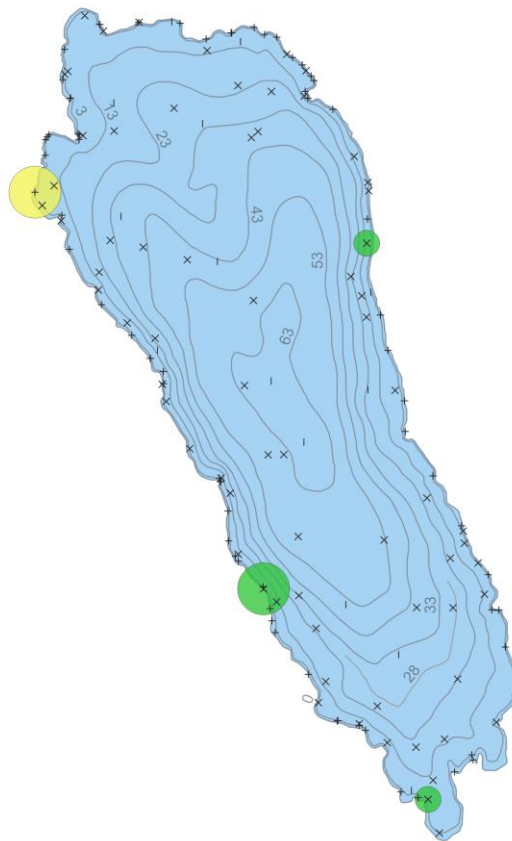
- 1 - 18
- 18 - 36
- 36 - 54
- 54 - 71

NPUE [N/1000m<sup>2</sup>] Elektrische Befischungen

- 1 - 10
- 10 - 21
- 21 - 31
- 31 - 42

NPUE [N/1000m<sup>2</sup>] Vertikale Netze

- 1 - 3.1
- 3.1 - 6.1
- 6.1 - 9.2
- 9.2 - 12.2



### Hecht (*Esox lucius*)

Befischungsstandorte

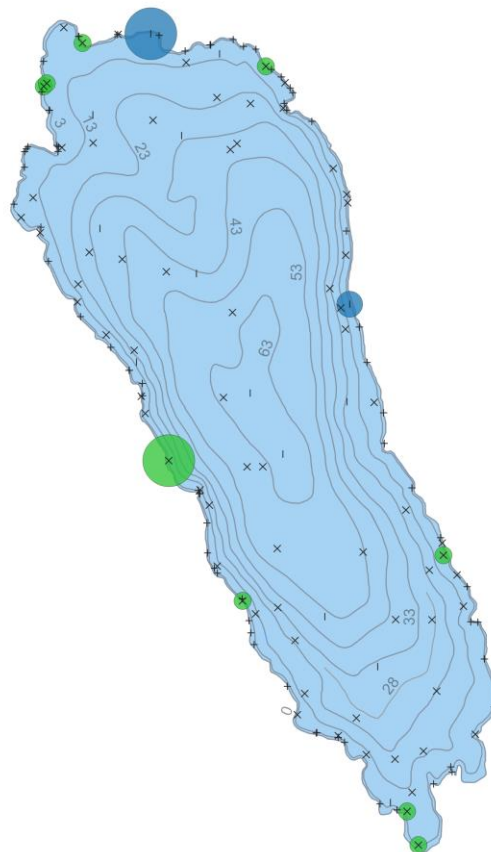
- x Benthische Netze
- + Elektrische Befischungen
- I Vertikale Netze

NPUE [N/1000m<sup>2</sup>] Benthische Netze

- 1 - 12
- 12 - 24
- 24 - 36
- 36 - 48

NPUE [N/1000m<sup>2</sup>] Elektrische Befischungen

- 1 - 21
- 21 - 42
- 42 - 62
- 62 - 83



### Karpfe (*Cyprinus carpio*)

Befischungsstandorte

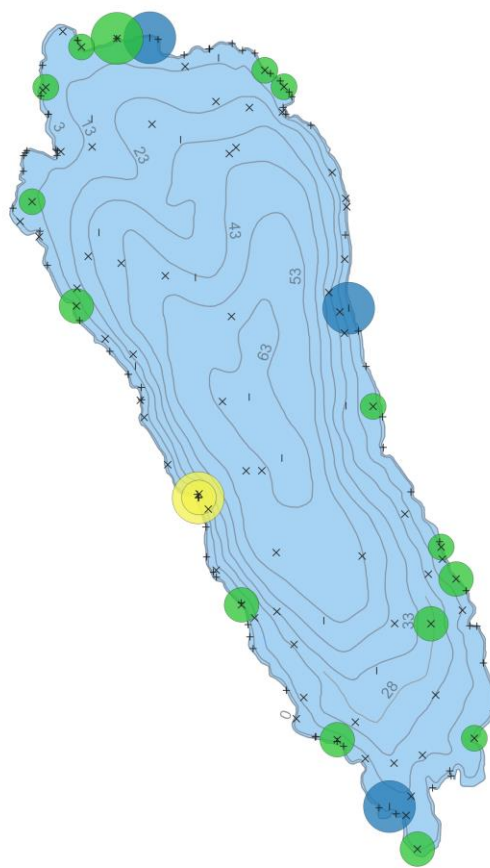
- x Benthische Netze
- + Elektrische Befischungen
- I Vertikale Netze

NPUE [N/1000m<sup>2</sup>] Benthische Netze

- 1 - 24
- 24 - 48
- 48 - 71
- 71 - 95

NPUE [N/1000m<sup>2</sup>] Vertikale Netze

- 1 - 3.1
- 3.1 - 6.1
- 6.1 - 9.2
- 9.2 - 12.2



### Alet (*Squalius cephalus*)

**Befischungsstandorte**

- × Benthische Netze
- + Elektrische Befischungen
- | Vertikale Netze

**NPUE [N/1000m<sup>2</sup>] Benthische Netze**

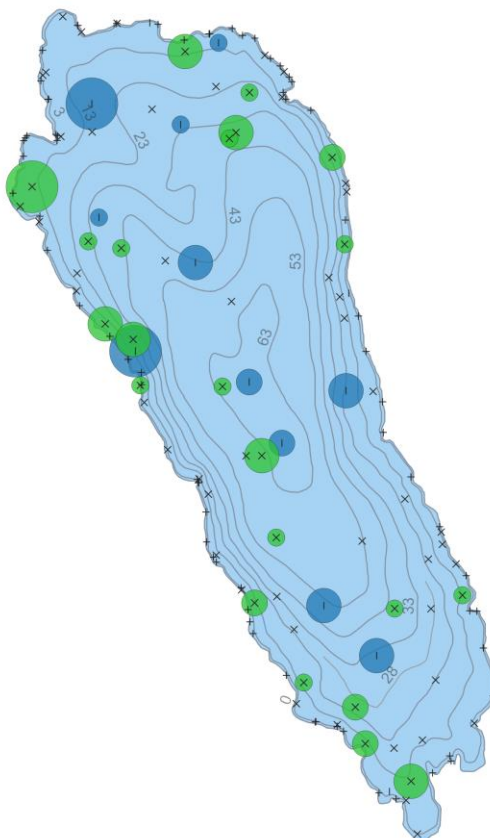
- 1 - 18
- 18 - 36
- 36 - 54
- 54 - 71

**NPUE [N/1000m<sup>2</sup>] Elektrische Befischungen**

- 1 - 50
- 50 - 100
- 100 - 150
- 150 - 200

**NPUE [N/1000m<sup>2</sup>] Vertikale Netze**

- 1 - 1.5
- 1.5 - 3.1
- 3.1 - 4.6
- 4.6 - 6.1



### Felchen (*Coregonus* sp)

**Befischungsstandorte**

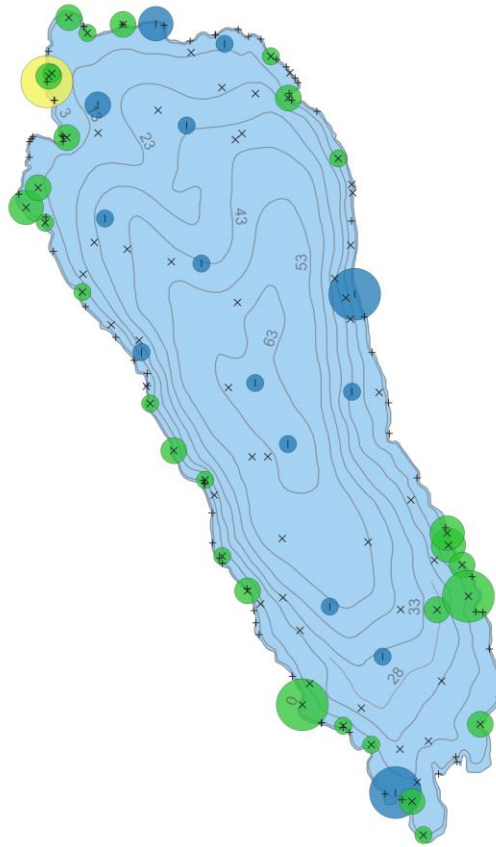
- × Benthische Netze
- + Elektrische Befischungen
- | Vertikale Netze

**NPUE [N/1000m<sup>2</sup>] Benthische Netze**

- 1 - 36
- 36 - 71
- 71 - 107
- 107 - 143

**NPUE [N/1000m<sup>2</sup>] Vertikale Netze**

- 1 - 13
- 13 - 26
- 26 - 39
- 39 - 52



**Rotaugen (*Rutilus rutilus*)**

Befischungsstandorte

- x Benthische Netze
- + Elektrische Befischungen
- I Vertikale Netze

NPUE [N/1000m2] Benthische Netze

- 1 - 113
- 113 - 226
- 226 - 339
- 339 - 452

NPUE [N/1000m2] Elektrische Befischungen

- 1 - 54
- 54 - 107
- 107 - 161
- 161 - 214

NPUE [N/1000m2] Vertikale Netze

- 1 - 36
- 36 - 71
- 71 - 106
- 106 - 141



**Gründling (*Gobio gobio*)**

Befischungsstandorte

- x Benthische Netze
- + Elektrische Befischungen
- I Vertikale Netze

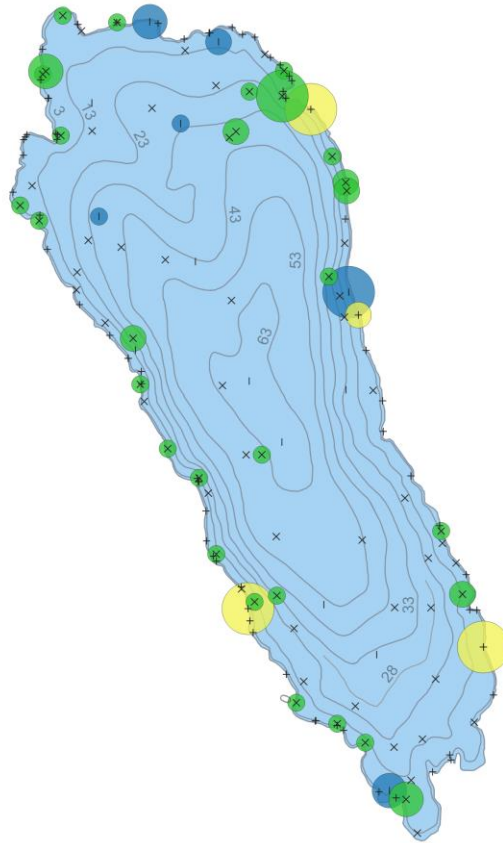
NPUE [N/1000m2] Benthische Netze

- 1 - 12
- 12 - 24
- 24 - 36
- 36 - 48

NPUE [N/1000m2] Elektrische Befischungen

- 1 - 1125
- 1125 - 2250
- 2250 - 3375
- 3375 - 4500





**Kaulbarsch (*Gymnocephalus cernua*)**

Befischungsstandorte

- x Benthische Netze
- + Elektrische Befischungen
- I Vertikale Netze

NPUE [N/1000m<sup>2</sup>] Benthische Netze

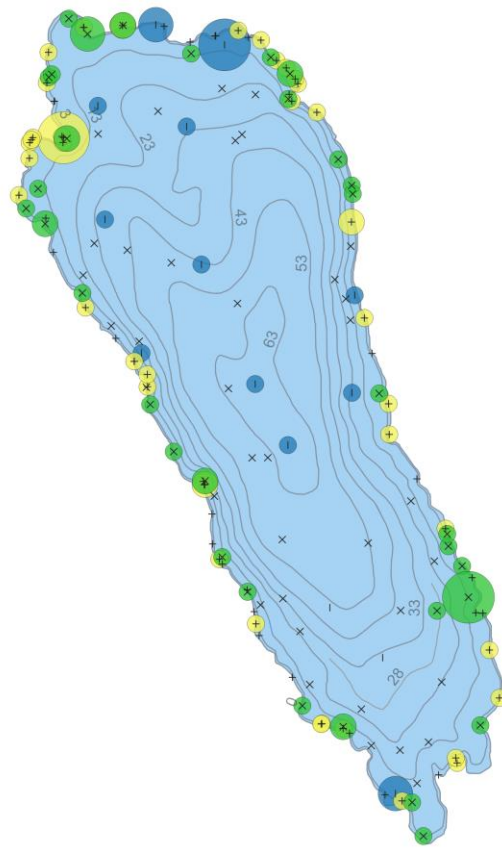
- 1 - 60
- 60 - 119
- 119 - 179
- 179 - 238

NPUE [N/1000m<sup>2</sup>] Elektrische Befischungen

- 1 - 36
- 36 - 71
- 71 - 107
- 107 - 143

NPUE [N/1000m<sup>2</sup>] Vertikale Netze

- 1 - 6.1
- 6.1 - 12.2
- 12.2 - 18.4
- 18.4 - 24.5



**Flussbarsch (*Perca fluviatilis*)**

Befischungsstandorte

- x Benthische Netze
- + Elektrische Befischungen
- I Vertikale Netze

NPUE [N/1000m<sup>2</sup>] Benthische Netze

- 1 - 601
- 601 - 1202
- 1202 - 1804
- 1804 - 2405

NPUE [N/1000m<sup>2</sup>] Elektrische Befischungen

- 1 - 900
- 900 - 1800
- 1800 - 2700
- 2700 - 3600

NPUE [N/1000m<sup>2</sup>] Vertikale Netze

- 1 - 60
- 60 - 121
- 121 - 181
- 181 - 242



**Sonnenbarsch (*Lepomis gibbosus*)**

Befischungsstandorte

- x Benthische Netze
- + Elektrische Befischungen
- I Vertikale Netze

NPUE [N/1000m<sup>2</sup>] Benthische Netze

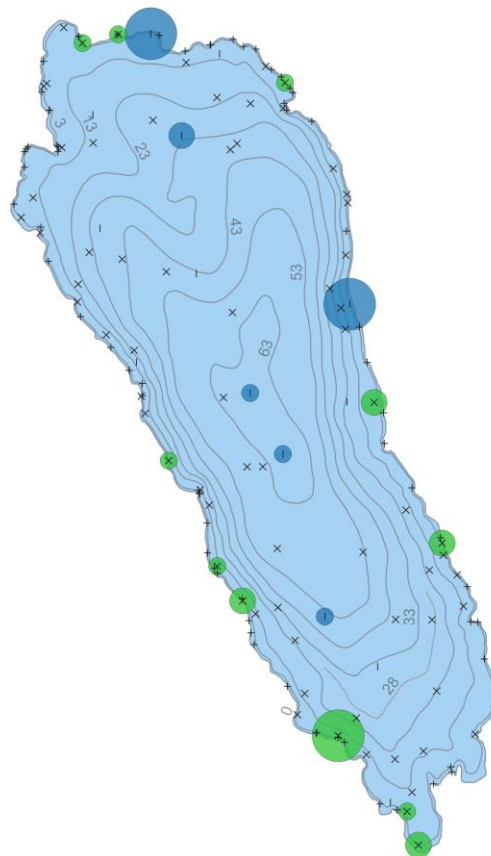
- 1 - 89
- 89 - 179
- 179 - 268
- 268 - 357

NPUE [N/1000m<sup>2</sup>] Elektrische Befischungen

- 1 - 643
- 643 - 1286
- 1286 - 1929
- 1929 - 2571

NPUE [N/1000m<sup>2</sup>] Vertikale Netze

- 1 - 3.1
- 3.1 - 6.1
- 6.1 - 9.2
- 9.2 - 12.2



**Rotfeder (*Scardinius erythrophthalmus*)**

Befischungsstandorte

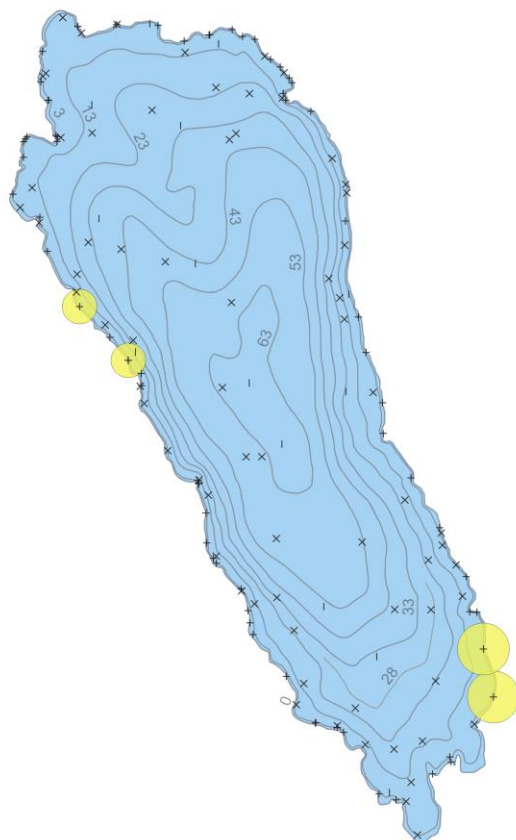
- x Benthische Netze
- + Elektrische Befischungen
- I Vertikale Netze

NPUE [N/1000m<sup>2</sup>] Benthische Netze

- 1 - 83
- 83 - 167
- 167 - 250
- 250 - 333

NPUE [N/1000m<sup>2</sup>] Vertikale Netze

- 1 - 1.5
- 1.5 - 3.1
- 3.1 - 4.6
- 4.6 - 6.1



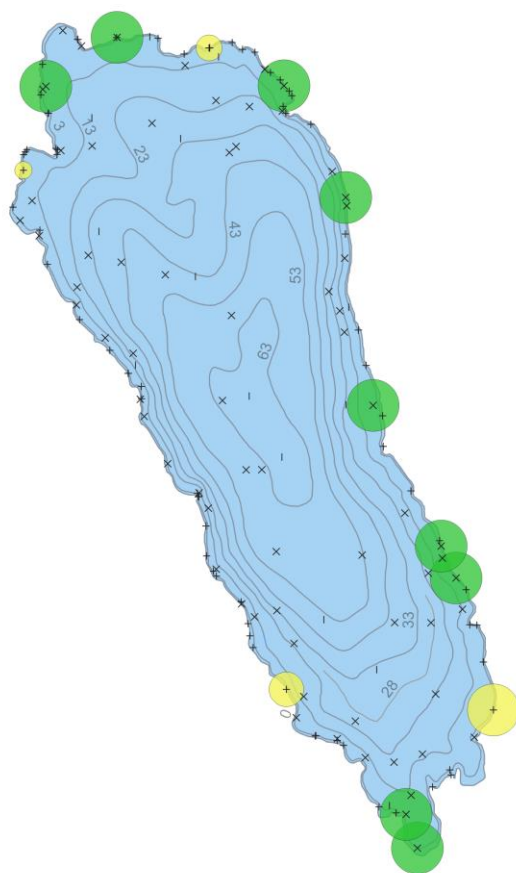
### Wels (*Silurus glanis*)

**Befischungsstandorte**

- x Benthische Netze
- + Elektrische Befischungen
- I Vertikale Netze

**NPUE [N/1000m<sup>2</sup>] Elektrische Befischungen**

- 1 - 36
- 36 - 71
- 71 - 107
- 107 - 143



### Schleie (*Tinca tinca*)

**Befischungsstandorte**

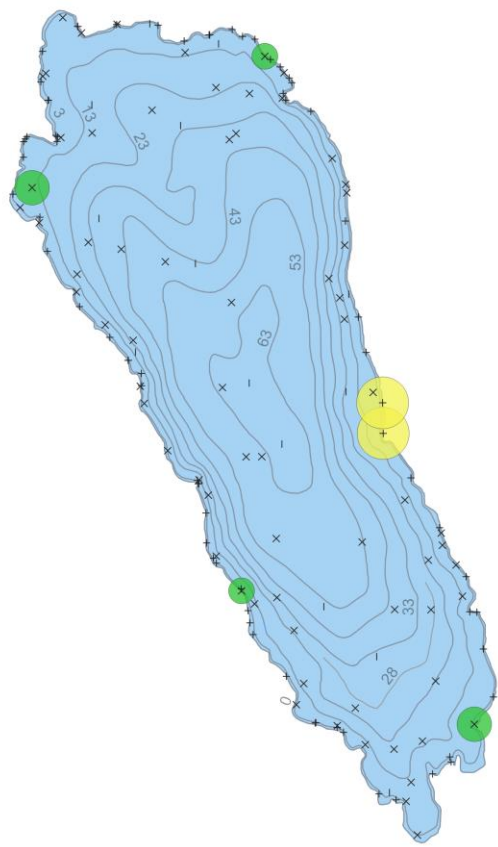
- x Benthische Netze
- + Elektrische Befischungen
- I Vertikale Netze

**NPUE [N/1000m<sup>2</sup>] Benthische Netze**

- 1 - 6
- 6 - 11.9
- 11.9 - 17.9
- 17.9 - 23.8

**NPUE [N/1000m<sup>2</sup>] Elektrische Befischungen**

- 1 - 71
- 71 - 143
- 143 - 214
- 214 - 286



### Hasel (*Leuciscus leuciscus*)

**Befischungsstandorte**

- x Benthische Netze
- + Elektrische Befischungen
- I Vertikale Netze

**NPUE [N/1000m<sup>2</sup>] Benthische Netze**

- 1 - 18
- 18 - 36
- 36 - 54
- 54 - 71

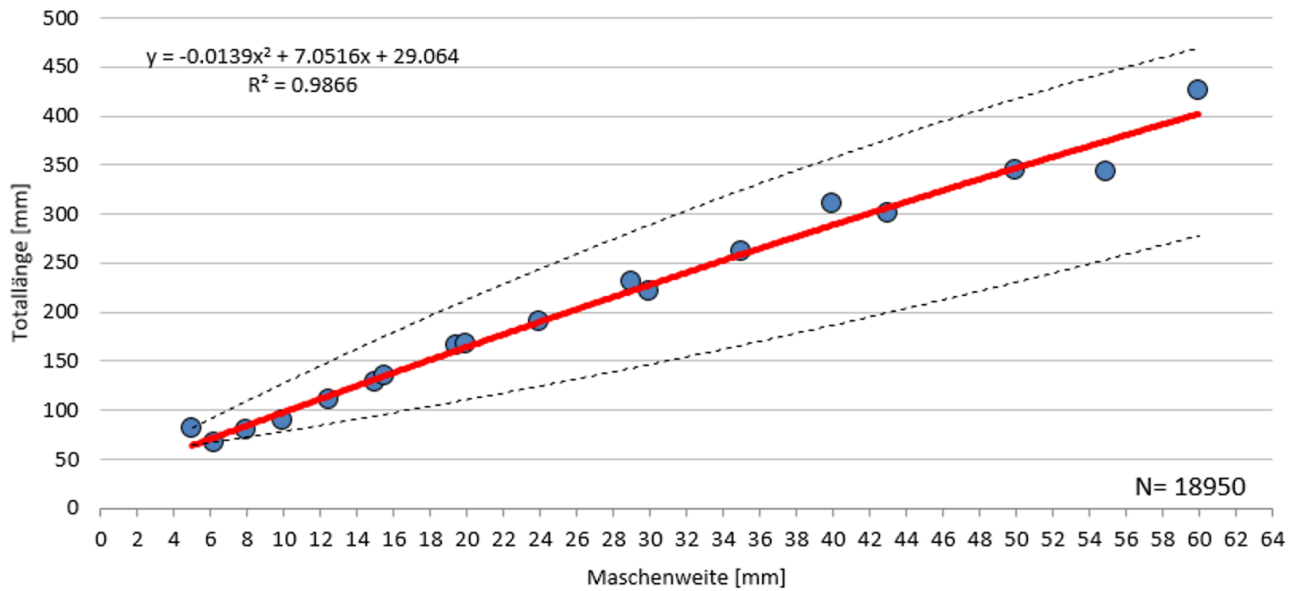
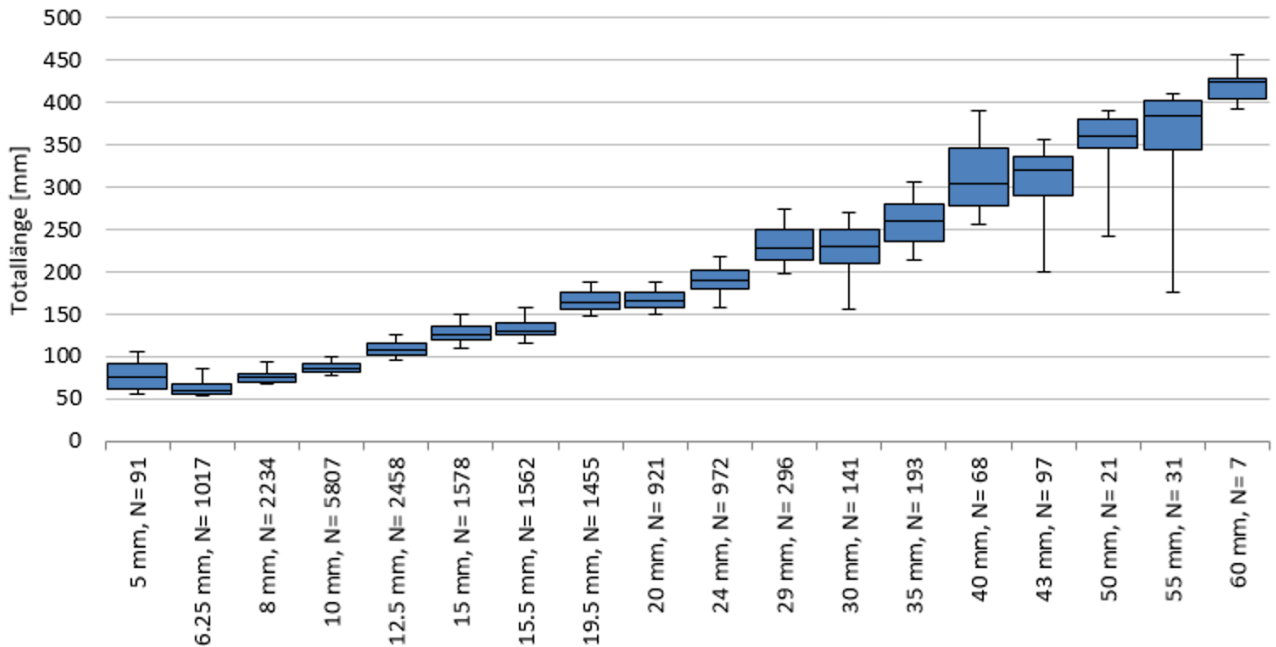
**NPUE [N/1000m<sup>2</sup>] Elektrische Befischungen**

- 1 - 71
- 71 - 143
- 143 - 214
- 214 - 286

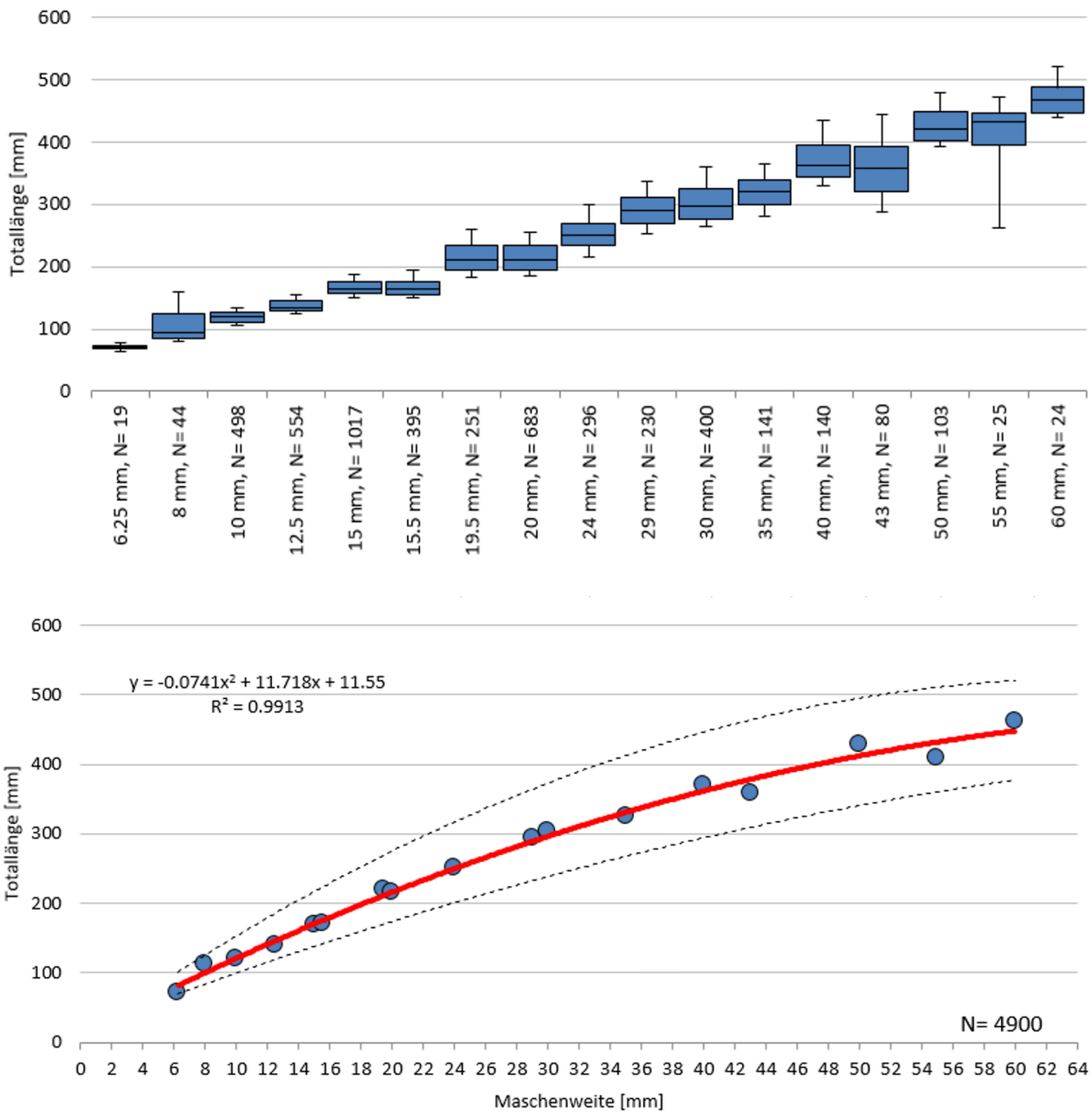
### 9.3 Längenselektivität von Maschenweiten

Hier handelt es sich um die Resultate der Fänge aus allen im Rahmen des «Projet Lac» sowie der anschließenden standardisierten Befischungen untersuchten Seen.

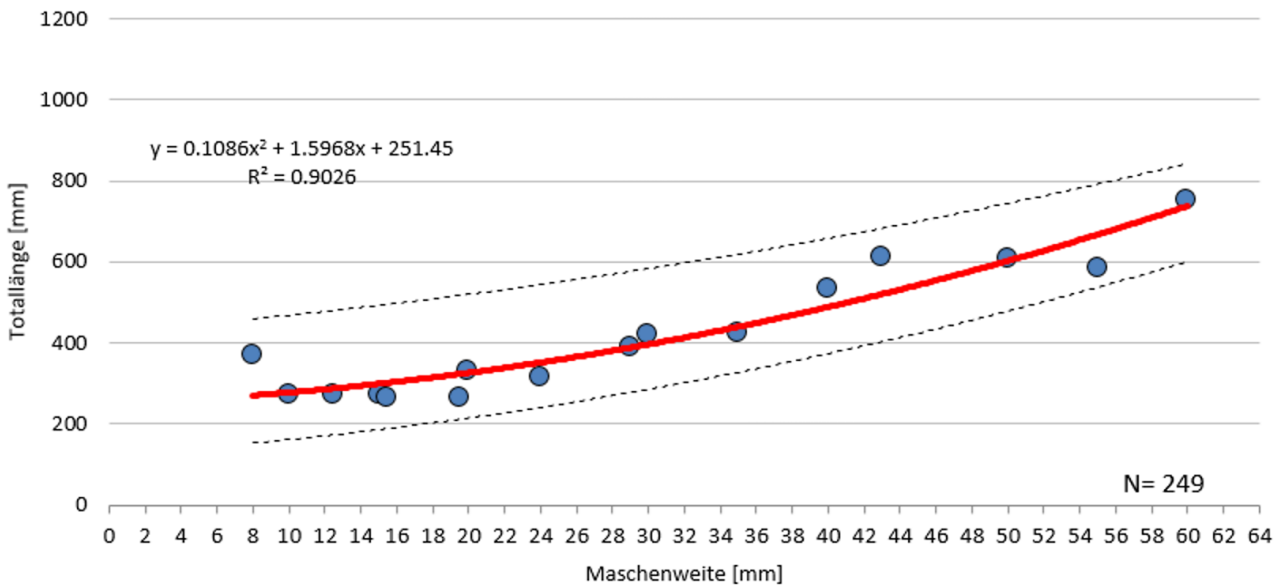
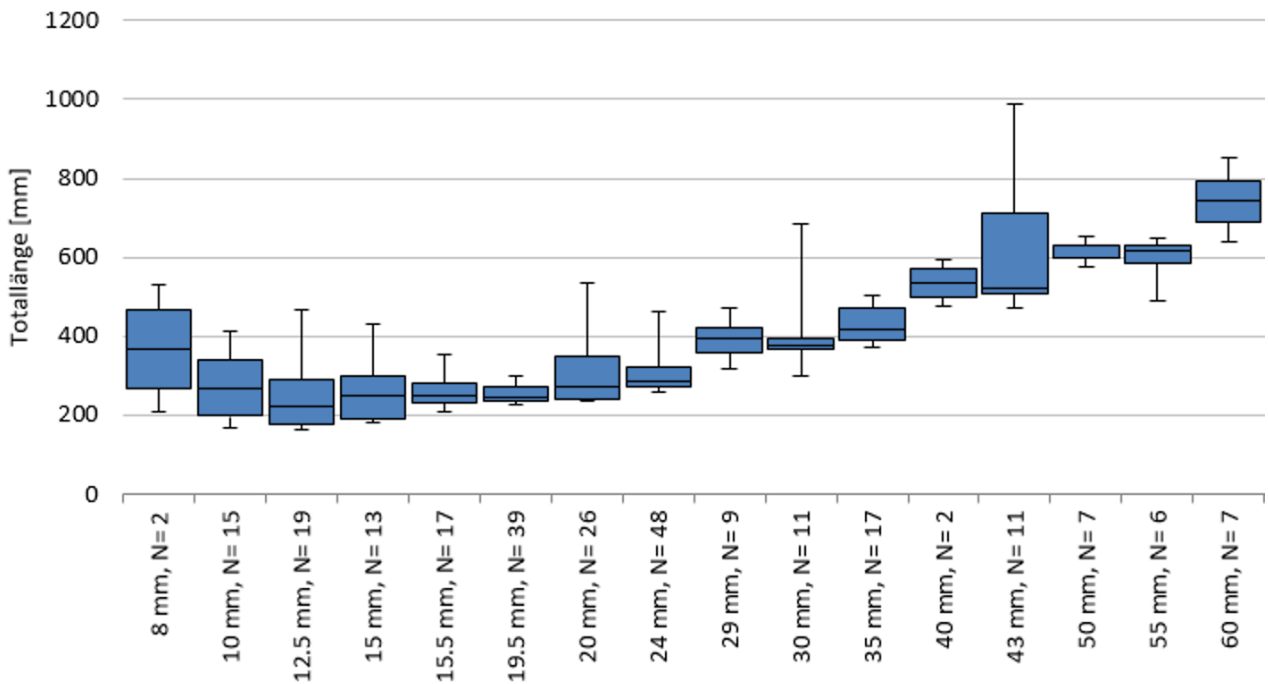
#### 9.3.1 Flussbarsch



9.3.2 Felchen

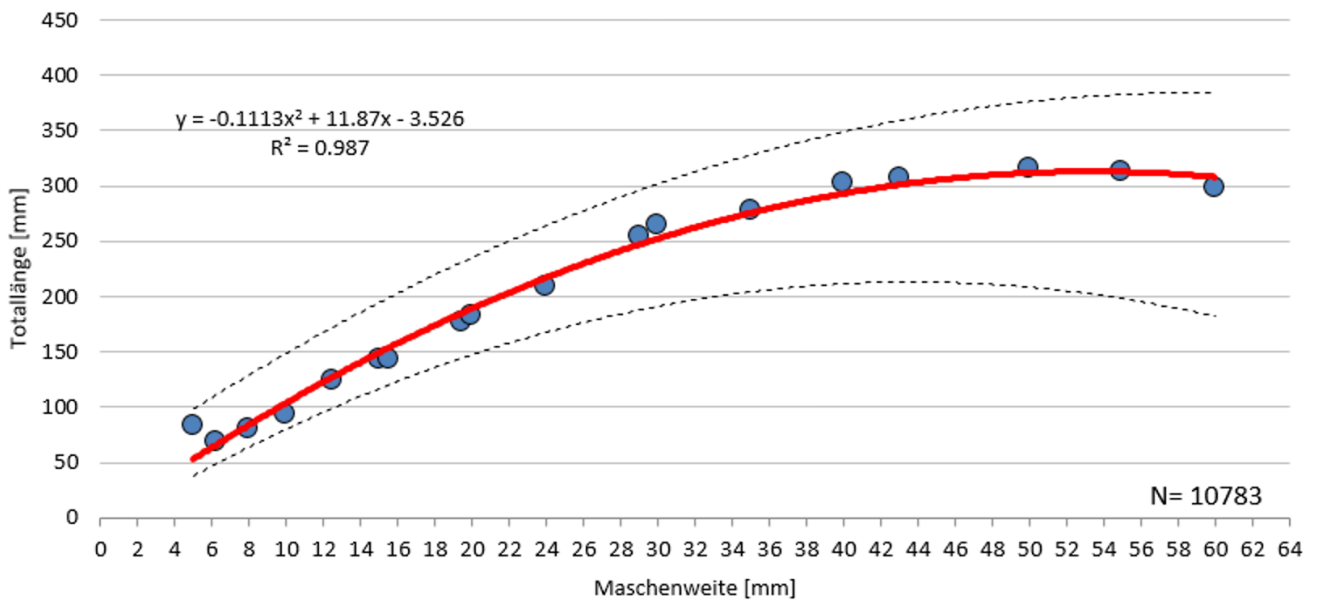
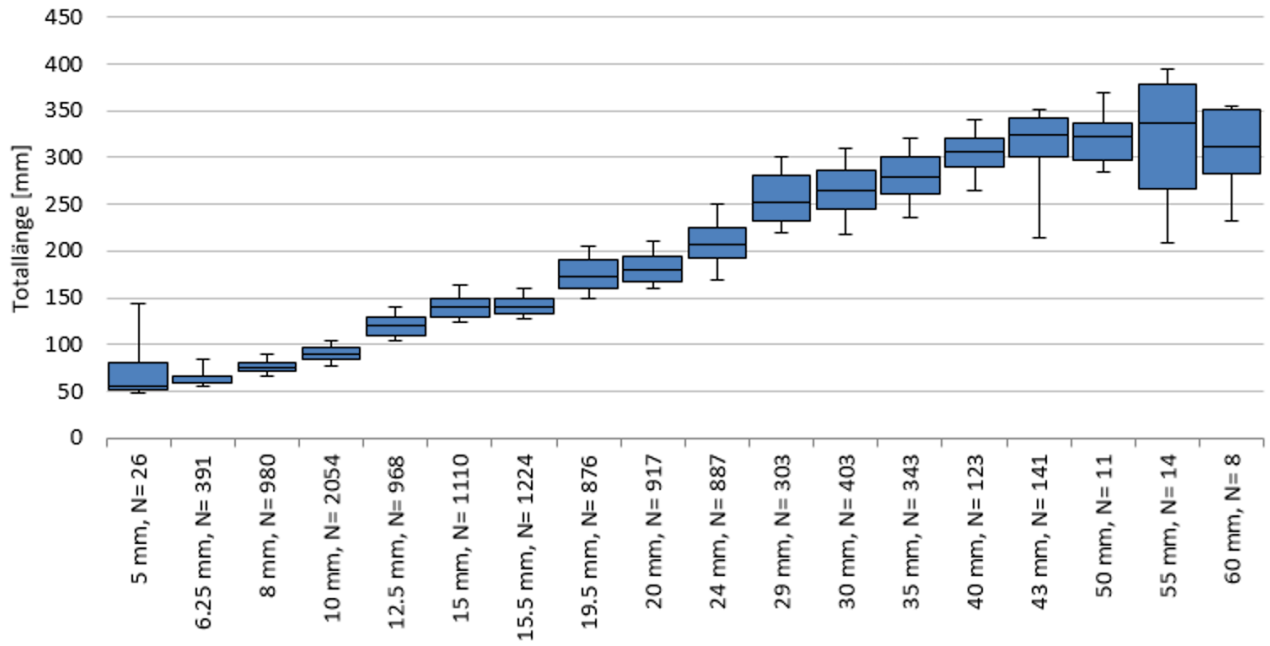


9.3.3 Hecht



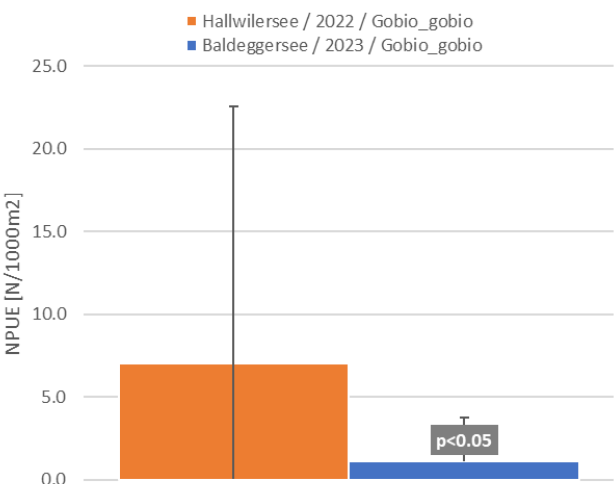
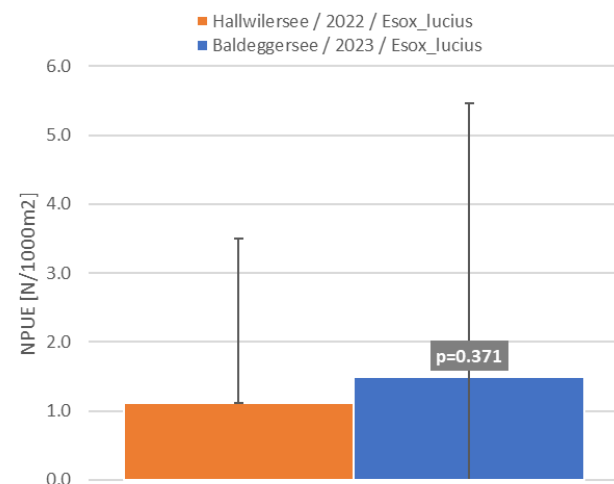
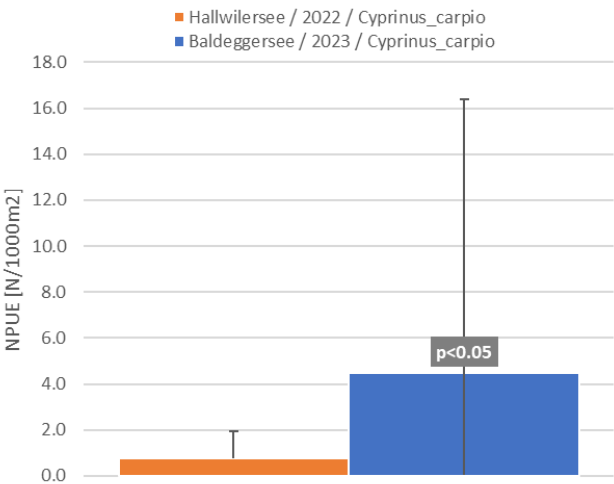
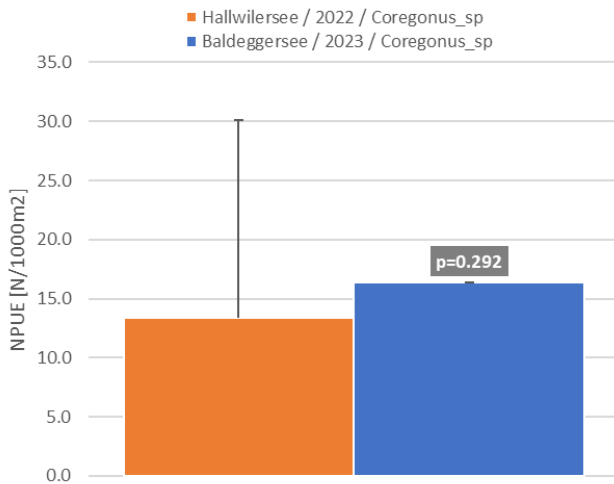
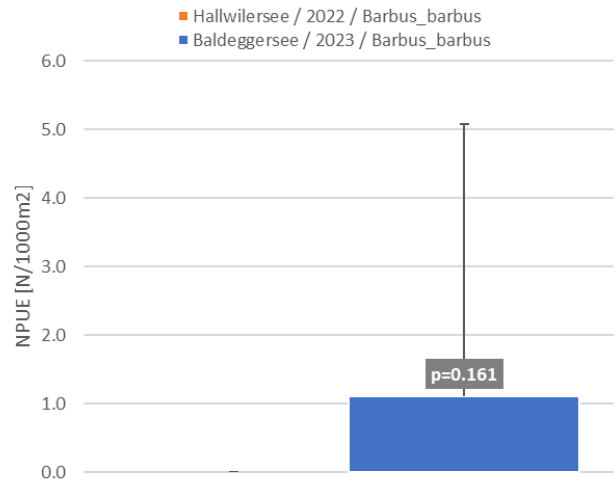
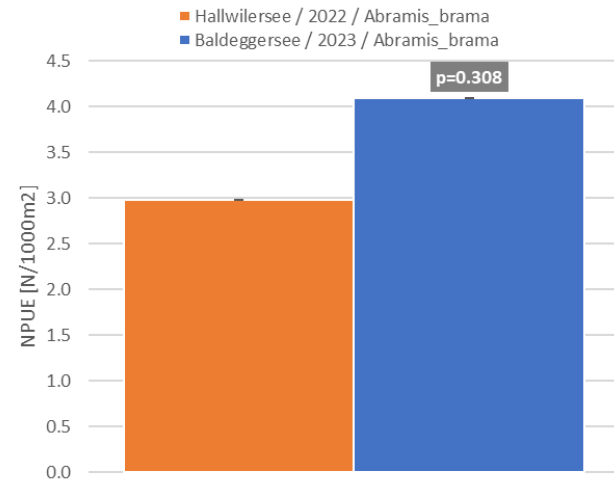


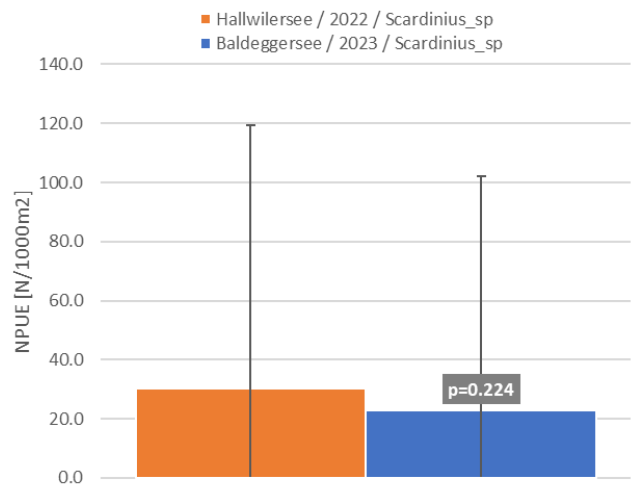
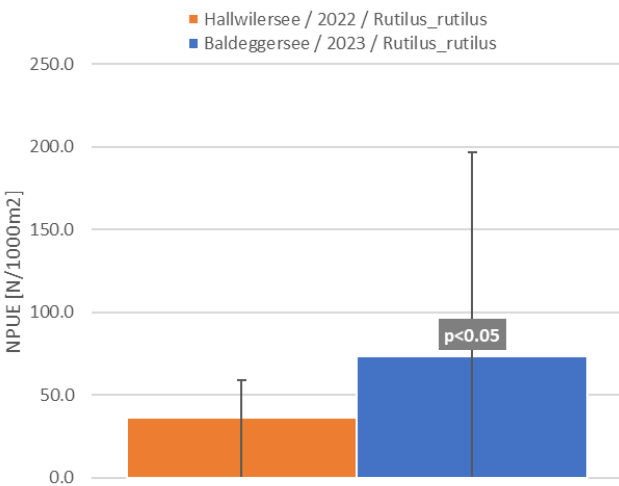
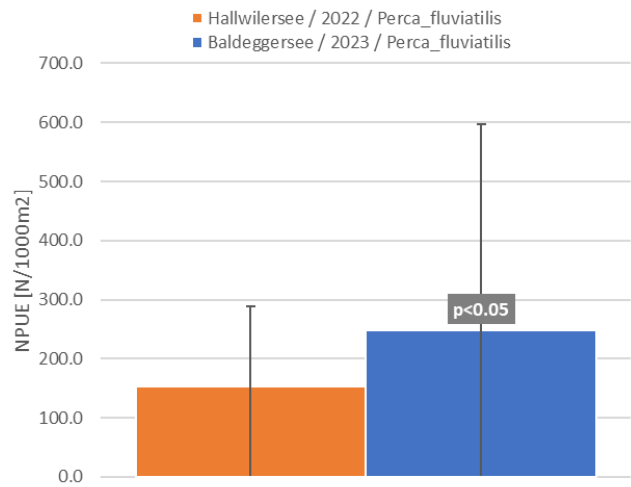
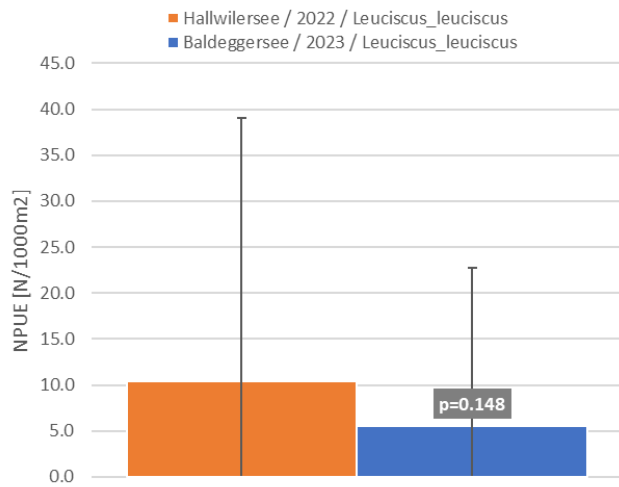
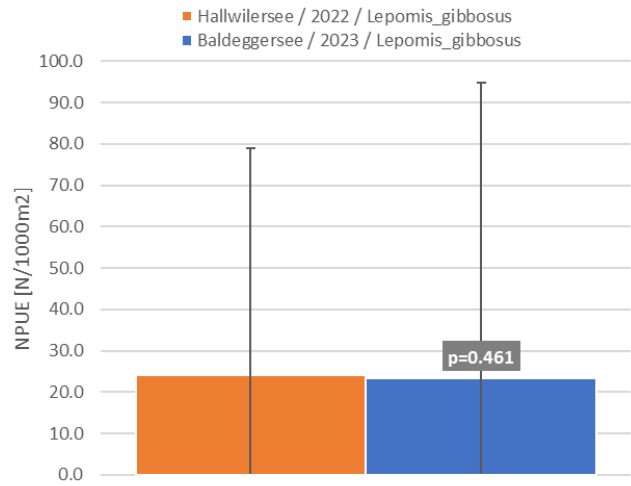
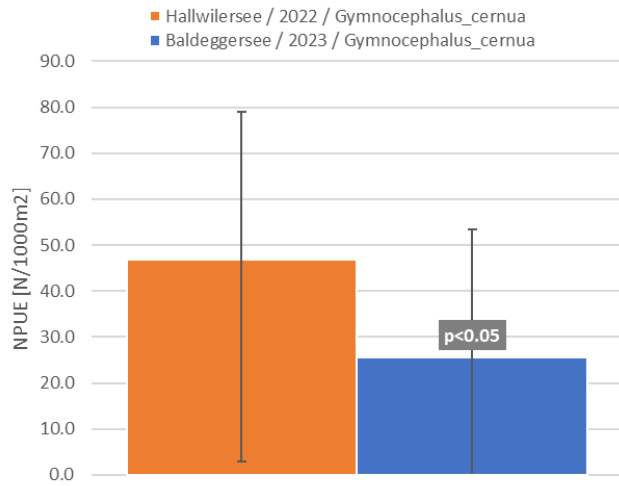
9.3.4 Rotauge

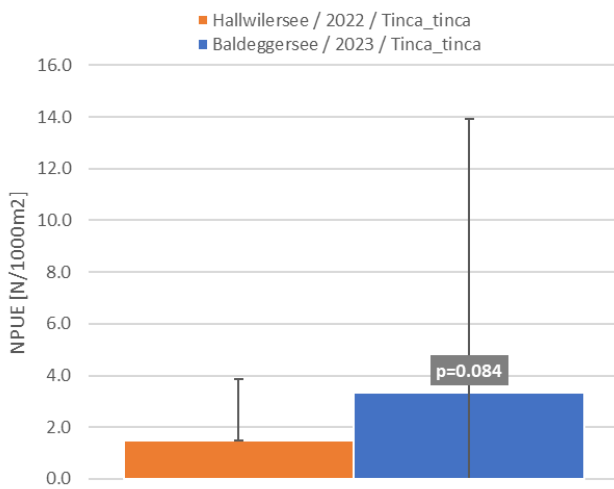
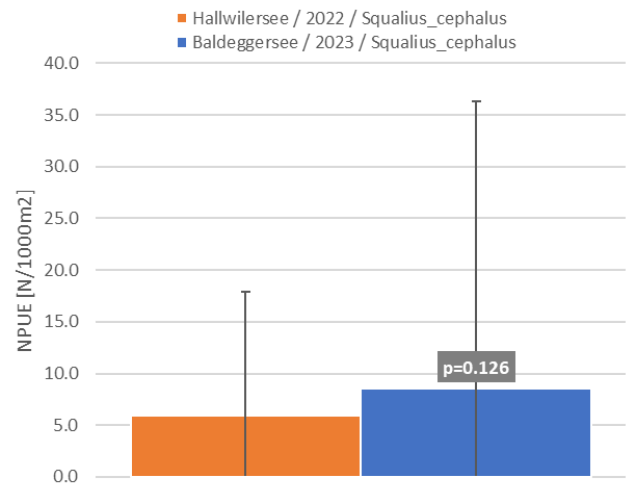
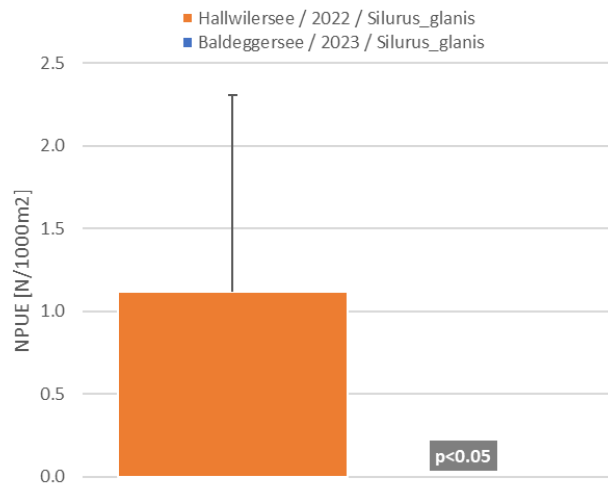


## 9.4 Signifikanz von Unterschieden

### 9.4.1 NPUE







9.4.2 BPUE

