

STANDARDISIERTE BEFISCHUNGEN VIERWALDSTÄTTERSEE

Ergebnisse der Erhebungen von 2014, 2018 und 2025



Impressum

Auftraggeber

Fischereikommission Vierwaldstättersee
Geschäftsstelle: Landwirtschaft und Wald (Iawa), Abteilung Natur, Jagd und Fischerei
Centralstrasse 33
Postfach
6210 Sursee
Tel.: +41 41 349 74 00

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

Antoine Roulin : antoine.roulin@aquabios.ch
Timothy Alexander: tim@aquaticconsulting.ch
Pascal Vonlanthen : p.vonlanthen@aquabios.ch

Zitiervorschlag: Roulin, A., Alexander, T.J. & Vonlanthen, P., 2026. Standardisierte Befischung Vierwaldstättersee– Ergebnisse der Erhebungen von 2014, 2018 und 2025. Aquabios GmbH. Auftraggeber: Fischereikommission Vierwaldstättersee.

Foto Titelseite: Sicht über den Vierwaldstättersee

Danksagung

Wir danken der Fischereikommission Vierwaldstättersee für den Auftrag. Sebastian Kaufmann, Guy Périat, Romain Triponnez, Jonathan Paris, Hervé Décourcière, Marc Vauthier, Alain Goeffrey, Thomas Poulleau, Fanny Poulleau, Christian Rossignon, Reto Flori, Michel Dedual, Timon Polli, Oliver Selz, Judy Dos Santos, Nicole Egloff, Matthieu Camenzind, Andreas Hagmayr, Lukas Boller, Silvan Roszbacher, Joachim Guthruf, Katrin Guthruf und Jonas Ehrismann danken wir für die tatkräftige Unterstützung bei den Feldarbeiten. Robert Lovas danken wir für die zur Verfügung Stellung der limnologischen Daten und Tim Böbner für die Fangstatistiken. Der EAWAG, insbesondere Ole Seehausen, Nadja Pepe, Paricia Achleitner, Reto Flori, und Markus Bürgi sowie André Dettling vom Kanton Schwyz danken wir für die Gastfreundschaft.

Inhaltsverzeichnis

1	ZUSAMMENFASSUNG	4
2	EINLEITUNG.....	6
2.1	NOTWENDIGKEIT VON STANDARDISIERTEN AUFNAHMEN DER FISCHBESTÄNDE.....	6
2.2	FISCHE ALS INDIKATOREN FÜR DEN ZUSTAND EINES SEES	6
2.3	ZIELSETZUNG DER STANDARDISIERTEN BEFISCHUNG VON 2025 UND DES VORLIEGENDEN BERICHTS.....	7
3	METHODEN	8
3.1	KARTIERUNG DER UFERHABITATE	8
3.2	BEFISCHUNG	9
3.3	VORTEILE UND GRENZEN DER BEFISCHUNGSMETHODEN MIT STANDARDISIERTEN NETZEN.....	11
3.4	DATENERFASSUNG UND SAMMLUNG VON PROBEN	12
3.5	ZUSÄTZLICH EINBEZOGENE DATEN	13
3.6	STATISTIK.....	13
4	VIERWALDSTÄTTERSEE.....	15
4.1	AUSGANGSLAGE.....	15
4.2	RESULTATE DER STANDARDISIERTEN BEFISCHUNGEN.....	25
5	ALPNACHERSEE	51
5.1	AUSGANGSLAGE.....	51
5.2	RESULTATE STANDARDISIERTE BEFISCHUNGEN.....	58
6	VERGLEICH ZWISCHEN SEEN.....	80
7	SYNTHESE	85
7.1	VIERWALDSTÄTTERSEE.....	85
7.2	ALPNACHERSEE	88
8	SCHLUSSFOLGERUNGEN UND EMPFEHLUNGEN	92
9	GLOSSAR	94
10	LITERATURVERZEICHNIS.....	97
11	ANHANG	99
11.1	SELEKTIVITÄT NETZMASCHENWEITEN	99
11.2	VERGLEICH KONDITIONSINDEX ZWISCHEN DEN SEEN.....	103
11.3	FISCHART-HABITAT ASSOZIATIONEN	107
11.4	UFERHABITATE	108
11.5	FANGSTATISTIK	113
11.6	TIEFENVERTEILUNG	115
11.7	GEOGRAFISCHE VERTEILUNG	124
11.8	ARTENVIELFALT	133

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. Der vorliegende Bericht umfasst die Ergebnisse der standardisierten Befischungen des Vierwaldstättersees von 2014, des Alpnachersee-Seeteils von 2018 und deren Wiederholung von 2025. Ziel war es, Veränderungen in der Fischgemeinschaft, deren Habitatnutzung sowie Unterschiede zwischen den beiden Seeteilen und anderen Seen des Alpenraums zu analysieren. Der Alpnachersee wird separat vom restlichen Vierwaldstättersee betrachtet, weil die Erstbefischung zu einem anderen Zeitpunkt als die des restlichen Vierwaldstättersees VWS erfolgte. Zudem unterscheidet sich der Alpnachersee limnologisch beträchtlich vom restlichen Vierwaldstättersee, was eine differenzierte Betrachtung erfordert.

Die Ergebnisse zeigen, dass sich die beiden Seeteile unterschiedlich entwickelt haben. **Der Vierwaldstättersee** weist insgesamt weiterhin eine stabile Fischgemeinschaft auf und kann nach wie vor als Felchensee charakterisiert werden. Die Gesamtbiomasse der Fische hat seit 2014 zugenommen, insbesondere im pelagischen Lebensraum, während die Individuenzahl weitgehend stabil geblieben ist. Gleichzeitig sind Veränderungen auf Artniveau erkennbar. Die Artenvielfalt blieb insgesamt stabil bis leicht zunehmend. 2025 wurden 22 Fischarten nachgewiesen, gegenüber 20 Arten im Jahr 2014. Neu festgestellt wurden unter anderem Rotfeder, Äsche und Sonnenbarsch, während die Barbe nicht mehr nachgewiesen werden konnte. Auffallend war insbesondere die Zunahme wärmeliebender Arten sowie ein Rückgang einzelner in der Tiefe lebender Arten wie Seesaiblinge und Trüschen. Diese Entwicklungen stehen möglicherweise im Zusammenhang mit der fortschreitenden Erwärmung des Sees sowie lokalen Sauerstoffdefiziten in grossen Tiefen.

Demgegenüber zeigt der **Alpnachersee** eine deutliche Verschlechterung des Fischbestands zwischen 2018 und 2025. Sowohl die Fischdichte als auch die Biomasse haben signifikant abgenommen, insbesondere im pelagischen Lebensraum. Betroffen sind vor allem Felchen, Flussbarsche und Lauben, während Arten wie der Kaulbarsch relativ an Bedeutung gewonnen haben. Diese Veränderungen haben zu einer Verschiebung der Artenzusammensetzung geführt, sodass sich der See in Richtung Rotaugensee entwickelt, hauptsächlich infolge der Abnahme von Flussbarschen und Felchen im Pelagial des Sees. Auch die Anzahl nachgewiesener Arten hat abgenommen. 2025 wurden noch 20 Fischarten festgestellt, gegenüber 23 Arten im Jahr 2018. Barbe, Aal und Bachneunauge konnten nicht mehr nachgewiesen werden.

Die Analyse der Fische, die eine Grösse erreichen damit sie durch die Fischerei gefangen werden können, zeigt zusätzlich, dass sich die Situation für die Fischerei in den beiden Seeteilen unterschiedlich entwickelt hat. Während sich diese im Vierwaldstättersee bei den fangbaren Felchen deutlich verbessert hat, hat sie sich im Alpnachersee klar verschlechtert. Für den Flussbarsch hat der Anteil fangbarer Individuen in beiden Seen zugenommen, wobei grössere Individuen vor allem in benthischen und ufernahen Lebensräumen vorkommen.

Die Fangstatistiken der Berufsfischerei zeigen in beiden Seen langfristig rückläufige Gesamtfänge, wobei diese Entwicklung stark vom Fischereiaufwand beeinflusst wird. Im Vierwaldstättersee deutet die Berücksichtigung des Aufwands (CPUE) darauf hin, dass die Bestände von Felchen und Forellen stabil oder leicht zunehmend sind. Im Alpnachersee hingegen zeigt der CPUE eine Abnahme bei den Felchen. Dies deutet auf einen tatsächlichen Rückgang des Bestandes hin. Parallel dazu ist der Fischereidruck in beiden Seen seit 2017 deutlich zurückgegangen.

Insgesamt kann der Zustand des Fischbestands im **Vierwaldstättersee als relativ stabil und naturnah**

beurteilt werden, während der Alpnachersee derzeit eine deutliche Beeinträchtigung aufweist. Die Ursachen für die unterschiedlichen Entwicklungen der beiden Seen sind nicht bekannt, könnten jedoch mit limnologischen Unterschieden, der Morphologie der Seen sowie klimatischen Veränderungen und allenfalls mit dem kürzlichen Aufkommen der Quaggamuschel zusammenhängen.

Die fortschreitende Erwärmung der Gewässer, die Entwicklung der Nährstoffverhältnisse sowie das Auftreten invasiver Arten wie der Quaggamuschel stellen zentrale Einflussfaktoren dar, die die zukünftige Entwicklung der Fischgemeinschaften massgeblich beeinflussen dürften. Vor diesem Hintergrund sind eine kontinuierliche Überwachung der Fischbestände sowie gezielte Massnahmen zur Verbesserung der Lebensräume und zur Reduktion von Belastungen von zentraler Bedeutung.

2 Einleitung

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 [3]. Bis dahin beruhte das Wissen hauptsächlich auf den Fischfangstatistiken, 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 [3]. Die standardisierten Aufnahmen lieferten auch neue Erkenntnisse bezüglich Habitatnutzung, absoluten bzw. relativen Häufigkeiten und Längenzusammensetzung der einzelnen Fischarten [3]. Zudem kann die längerfristige Entwicklung des Fischbestands in einem See mit den Daten des «Projet Lac» verfolgt werden. Verwendete Fachbegriffe sind im Glossar (Kapitel 9) 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 [4, 5]. 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 von 2025 und des vorliegenden Berichts

Folgende Fragestellungen sollen durch die Befischungen von 2025 im vorliegenden Bericht beantwortet werden:

- Wie hat sich die Häufigkeit einzelner Fischarten sowie die Artenvielfalt in den beiden Seeteilen verändert?
- Wie hat sich die räumliche Verteilung der Arten in den beiden Seeteilen verändert?
- Können offensichtliche Zusammenhänge zwischen Umweltfaktoren (z.B. Sauerstoffgehalt im Tiefenwasser, Temperatur, Produktivität) und dem Fischbestand in den beiden Seeteilen erkannt werden?
- Welche Veränderungen sind zwischen den verschiedenen Befischungskampagnen von 2014 resp. 2018 mit der von 2025 aufgetreten?

Von den gefangenen Felchen und Seesaiblingen sollten standardisierte Fotos gemacht und Gewebeproben für genetische Untersuchungen entnommen werden.

Der vorliegende Bericht umfasst sämtliche Ergebnisse der Befischungen, die im Vierwaldstättersee vom 25. August bis zum 5. September 2025 und im Alpnachersee vom 25. August bis zum 29. August 2025 durchgeführt wurden. Der Fokus der Auswertungen liegt dabei auf der Artenzusammensetzung, der Habitatnutzung der Fischarten, dem Vergleich zwischen den beiden Befischungskampagnen sowie dem Vergleich mit anderen Seen der Schweiz.

Fachbegriffe sind im Glossar (Kap. 9) beschrieben.

3 Methoden

3.1 Kartierung der Uferhabitate

In einem ersten Schritt der Datenerhebung wurden die fischrelevanten und unter Wasser liegenden Habitate kartiert. Fische verteilen sich nicht zufällig über die verschiedenen Habitattypen, sondern halten sich in gewissen litoralen Habitaten oder Tiefen zu bestimmten Zeitpunkten im Jahr häufiger auf [6]. Je nach Fischart können sich die bevorzugten Habitattypen unterscheiden. Beide Seen wurden daher für die Habitatkartierung in drei Einheiten unterteilt [7] (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 ca. 3 m wurden von einem Boot aus und mit Zuhilfenahme von Luftaufnahmen mit QGIS kartiert (Abbildung 3-1). Die Ufer wurden als künstlich bezeichnet, sofern die Uferlinie durch Blockwürfe, Mauern (Abbildung 3-1) usw. gesichert waren oder eine hohe Bootsdichte (offene Bootsanlegestellen im See mit sichtbaren baulichen Massnahmen) aufwiesen. Eingezäunte Schilfbestände wurden als naturnahe Ufer eingestuft [8, 9].

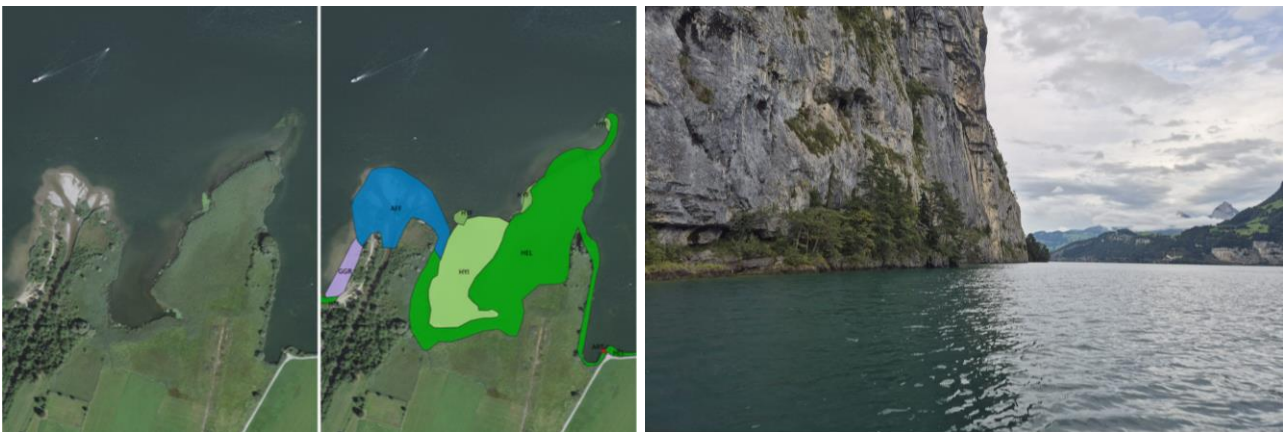


Abbildung 3-1. Links: Beispiel kartierter Litoralhabitate (©Swisstopo). Rechts: Beispiel eines typischen Steilufers im Vierwaldstättersee.

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 europäischen CEN-Norm (CEN prEN 14757 [10]) 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)

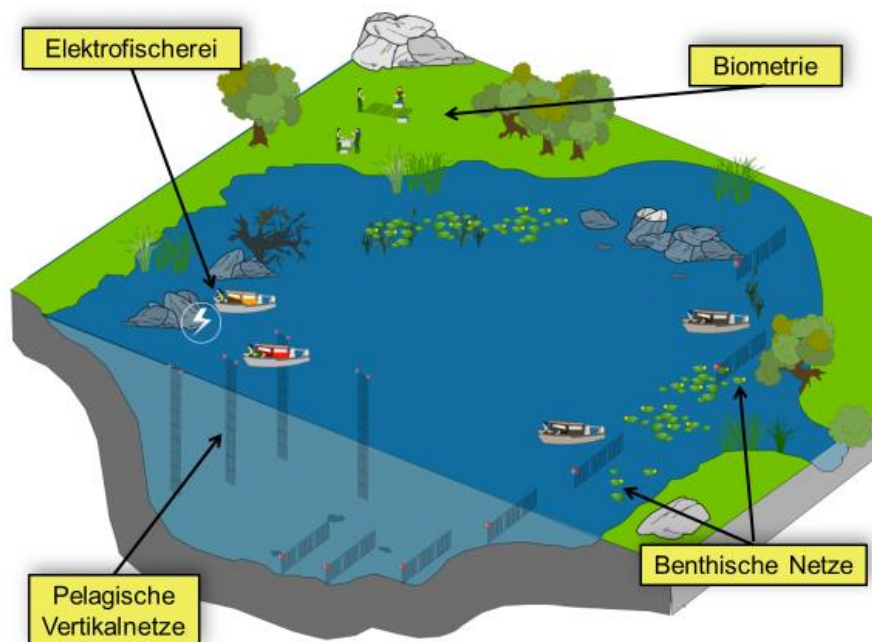


Abbildung 3-2. Oben: Schematische Darstellung der durchgeführten Befischungs- und Untersuchungsmethoden. Unten links: Vertikales Multimaschennetz abgewickelt von einem Schwimmkörper. Mit diesem Netz wird die gesamte Seetiefe vom Seegrund bis zur Oberfläche befischt. Unten rechts: Entnahme der Fische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

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 3-2).

Diese Methode wird als Vertikalnetz-Methode bezeichnet. Sie wurde an der Universität Besançon konzipiert [6] und durch die EAWAG und die Büros Aquabios GmbH und Teleos sàrl im Auftrag des BAFU weiterentwickelt [8, 9]. Für die Standardisierung der Da-

ten 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.

Insgesamt wurden die Vertikalnetze wie folgt eingesetzt (Tabelle 3-1):

Tabelle 3-1. Anzahl eingesetzter Vertikalnetzgruppen.

Seekompar- timent	Vierwaldstättersee			Alpnachersee		
	Tiefe	2014	2025	Tiefe	2018	2025
Tinf	6-12m	2	5	6-12m	3	3
Tsup	12-20m	3	5	12-20m	4	3
Cmin	20-128m	9	8	20-28m	4	3
Cmed	128-171m	2	6	-	-	-
Cmax	171-214m	3	3	28-35m	4	3
Total		19	27		15	12

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 wurden jeweils über Nacht (ca. 14 Stunden) in verschiedenen Tiefen eingesetzt (Abbildung 3-3). 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 wurde. Die geografische Verteilung der Netze im See erfolgte, wie von der Norm vorgesehen, zufällig [11].

Die Anzahl benthischer Netze, die im Vierwaldstättersee und Alpnachersee pro Tiefenzone gesetzt wurden, sind in Tabelle 3-2 zusammengefasst.

Tabelle 3-2. Anzahl eingesetzter benthische Netze.

Tiefe	Vierwaldstättersee		Alpnachersee	
	2014	2025	2018	2025
0-3m	9	37	22	17
3-6m	11	20	18	10
6-12m	13	20	18	10
12-20m	9	20	10	10
20-35m	10	20	8	10
35-50m	7	20	-	-
50-75m	7	12	-	-
75-100m	10	8	-	-
100-125m	8	8	-	-
125-150m	8	8	-	-
150-175m	6	6	-	-
175-200m	3	6	-	-
200-225m	3	6	-	-
Total	104	191	76	57



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

3.2.3 Elektrische Befischungen

Uferbereiche des Sees mit geringen Wassertiefen (bis 1 m) wurden elektrisch befischt (Abbildung 3-4). Dabei wurden alle zuvor bei der Kartierung erfassten Habitate an verschiedenen Standorten mehrmals befischt. Bei jeder Befischungsaktion wurde eine kurze Strecke entweder zu Fuss oder mit dem Boot befischt. Die Fläche der befischten Strecke wurde für die Standardisierung der Daten (CPUE) verwendet.

Die Anzahl durchgeführter Befischungsaktionen mittels Elektrofischerei sind in Tabelle 3-3 zusammengestellt.

Tabelle 3-3. Anzahl elektrisch befischter Strecken.

Typ	Vierwaldstättersee		Alpnachersee	
	2014	2025	2018	2025
Mit dem Boot	46	73	50	53
Zu Fuss	0	39	16	7
Total	46	112	66	60



Abbildung 3-4. Links: Elektrische Befischung, die vom Boot aus durchgeführt wird. Rechts: Befischung eines Zuflusses zu Fuss.

3.3 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 Untersuchungen zu

vergleichen. Der Befischungsaufwand und der Zeitpunkt werden so bestimmt, dass die Resultate mit früheren Aufnahmen und 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 Befischungen meistens nur einmal im Jahr durchgeführt werden. Da sich das Verhalten der Fische je nach klimatischen Bedingungen und Nahrungsangebot im See ändert und weil nicht alle Fischarten gleich effizient mit Kiemennetzen gefangen werden, können die realen Fischbestände von den erfassten abweichen.

3.4 Datenerfassung und Sammlung von Proben

Alle gefangenen Fische werden möglichst auf Artniveau bestimmt, vermessen und gewogen. Von ausgewählten Individuen verschiedener Arten sowie von allen Felchen und Seesaiblingen wurden zudem ein standardisiertes Foto gemacht und eine DNS-Ge-

webeprobe entnommen (Abbildung 3-5). Alle in Netzen gefangene Fische wurden verwertet oder dem Zoo von Goldau zur Verfügung gestellt. Fische, die bei elektrischen Befischungen gefangen wurden, konnten nach der Vermessung wieder freigelassen werden.

Tabelle 3-4. Zusammenfassung der Anzahl der während der standardisierten Befischung 2025 in beiden Seeteilen gesammelten Proben pro Art. Für jedes Individuum wurde ein standardisiertes Foto aufgenommen sowie eine Flossenprobe und Schuppen entnommen; bei Krebsen wurde nur ein Foto aufgenommen.

Name	Lateinisch	Vierwaldstättersee	Alpnachersee
Alet	<i>Squalius cephalus</i>	6	2
Bartgrundel	<i>Barbatula barbatula</i>	3	-
Blicke	<i>Blicca bjoerkna</i>	-	5
Brachsme	<i>Abramis brama</i>	1	7
Egli / Flussbarsch	<i>Perca fluviatilis</i>	24	5
Felchen	<i>Coregonus sp</i>	123	12
Forelle	<i>Salmo sp</i>	4	-
Groppe	<i>Cottus gobio</i>	9	1
Gründling	<i>Gobio gobio</i>	3	-
Hasel	<i>Leuciscus leuciscus</i>	16	-
Hecht	<i>Esox lucius</i>	8	7
Kamberkrebse	<i>Orconectes limosus</i>	1	-
Karpfen	<i>Cyprinus carpio</i>	-	1
Kaulbarsch	<i>Gymnocephalus cernua</i>	10	2
Laube	<i>Alburnus alburnus</i>	11	-
Rotaugen	<i>Rutilus rutilus</i>	19	4
Rotfeder	<i>Scardinius sp</i>	1	4
Schleie	<i>Tinca tinca</i>	6	4
Seesaibling	<i>Salvelinus sp</i>	54	-
Sonnenbarsch	<i>Lepomis gibbosus</i>	1	4
Trüsche	<i>Lota lota</i>	6	1
Zander	<i>Sander lucioperca</i>	2	7
Total		308	66



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

3.5 Zusätzlich einbezogene Daten

3.5.1 *Fischfangstatistik*

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

Kantons Obwalden zur Berufsfischerei im Alpna-chersee und eine Zusammenstellung der kantona-len Fangstatistiken (Daten Kantone + BAFU) einge-sehen und für spezifische Auswertungen mitein-bezogen.

3.5.2 *Chemische und physikalische Messreihen*

Die verwendeten chemischen (P_{tot} , Sauerstoff) und physikalischen (Temperatur) Messresultate wurden

im Fall der beiden Seen vom Kanton Luzern sowie vom Kanton Obwalden zur Verfügung gestellt.

3.6 Statistik

3.6.1 *Seeübergreifender CPUE*

Fische sind nicht zufällig auf die verschiedenen Le-bensräume eines Sees (Uferzone, benthische Zone und Freiwasserzone) verteilt und die Verfügbarkeit dieser Lebensräume variiert zwischen den einzelnen Seen. Durch die Berechnung des mittleren CPUE-

Werts (Anzahl oder Biomasse) jedes Seebereichs ge-wichtet mit der Verfügbarkeit dieser Bereiche kann ein für den gesamten See extrapolierter CPUE-Wert berechnet werden. Dieser Wert liefert ein möglichst repräsentatives Bild der Fischgemeinschaft des ge-samten Sees [12].

3.6.2 *Vergleiche zwischen verschiedenen Kampagnen*

Weil die Probenahmen in beiden Kampagnen mit denselben Methoden durchgeführt wurden, können die Ergebnisse statistisch miteinander verglichen

werden. Um zu überprüfen, ob beobachtete Unter-schiede zwischen den verschiedenen Untersu-chungsjahren statistisch signifikant sind, wurde ein speziell dafür ausgelegtes Verfahren entwickelt.

Es beruht auf einem sogenannten «Resampling» Verfahren. Dieses funktioniert wie folgt: Anhand der effektiv eingesetzten Netze werden pro Habitat Netze zufällig gezogen und damit eine theoretische Befischungskampagne simuliert. Die Anzahl Netze pro Befischungsmethode und Habitat bleibt dabei gleich. Allerdings kann jedes Netz theoretisch mehrmals gezogen werden. D.h. es wird zufällig bestimmt ob «gute» oder «schlechte» Netze häufiger oder seltener im theoretischen Datensatz landen. Anschliessend wird der durchschnittliche Fangwert (CPUE) für den gesamten See neu berechnet. Dieser Vorgang wird 1'000 Mal wiederholt, sodass man eine Verteilung möglicher CPUE-Werte für jeden Erhebungszeitraum erhält.

Schliesslich wird für jede Wiederholung die Differenz zwischen den Erhebungszeiträumen berechnet.

Anschliessend wird überprüft, ob der Bereich, in dem 95 % der Werte liegen (das sogenannte Konfidenzintervall), die Null einschliesst. Wenn die Null nicht enthalten ist, bedeutet dies, dass der Unterschied statistisch signifikant ist. In diesen Fällen ist es sehr wahrscheinlich, dass sich die Fischgemeinschaft verändert hat. Wenn die Null enthalten ist, ist mit einer Wahrscheinlichkeit von mehr als 5% zu erwarten, dass beobachtete Unterschiede durch Schwankungen beim Befischungserfolg entstanden sind und nicht durch eine Veränderung im Fischbestand.

Damit die Ergebnisse der einzelnen Befischungskampagnen miteinander vergleichbar sind, wurden die Daten falls notwendig für die unterschiedlichen Flächen der Maschenweiten und für die unterschiedliche Anzahl eingesetzter Netze korrigiert.

4 Vierwaldstättersee

4.1 Ausgangslage

Der Vierwaldstättersee ist mit einer Fläche von rund 114 km² der viertgrösste See der Schweiz. Er liegt in der Zentralschweiz und erstreckt sich über die Kantone Luzern, Uri, Schwyz, Obwalden und Nidwalden. Der See befindet sich auf einer Höhe von 434 m ü. M. und erreicht eine maximale Tiefe von etwa 214 m.

Der See entstand während der letzten Würm-Eiszeit durch glaziale Erosionsprozesse, welche die regionale Topografie stark geprägt haben. Diese glaziale Entstehung erklärt die charakteristische Morphologie des Sees, die aus mehreren Becken mit sehr unterschiedlichen Formen besteht (Abbildung 4-1).

Die wichtigsten Becken sind: der Luzernersee, der Küssnachersee, das Vitznauerbecken, der Gersauer-der Urnersee sowie die Horwer Bucht. Der Alpna-chersee stellt zwar ebenfalls ein Seitenbecken des Systems dar, wird aufgrund seiner unterschiedlichen limnologischen Eigenschaften separat behandelt (Vgl. Kap. 5).

Die wichtigsten Zuflüsse des Vierwaldstättersees sind die Reuss, die Muota sowie die Engelberger Aa. Der Abfluss erfolgt in Luzern über die Reuss.

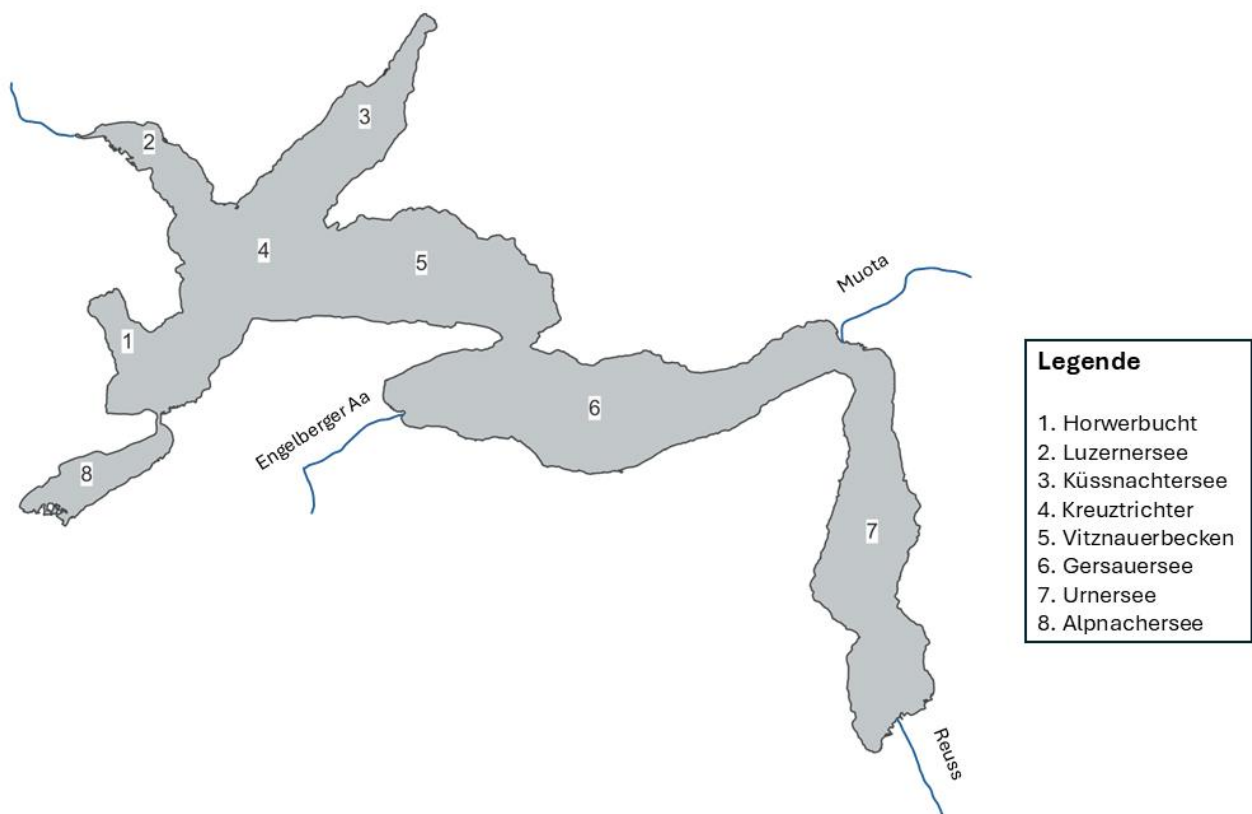


Abbildung 4-1. Der Vierwaldstättersee mit seinen drei wichtigsten Zuflüssen: die Reuss, die Muota und die Engelberger Aa.

4.1.1 Uferhabitate

Das aquatische/subaquatische Litoral des Vierwaldstättersees bietet vielfältige und attraktive Lebensräume für die Fischfauna. Diese Lebensräume sind zwischen den einzelnen Seebecken heterogen verteilt (Abbildung 4-2).

Die Horwer Bucht beherbergt zahlreiche organische Habitate (Schilf, Seerosen), aber auch Kiesufer und kleine Zuflüsse (siehe Anhang, Abbildung 11-12). Der Luzernersee wird von Hafeninfrastrukturen dominiert und ist stark anthropogen geprägt (siehe Anhang, Abbildung 11-13).

Der Küssnachersee ist hinsichtlich der Lebensräume sehr vielfältig, mit zahlreichen Schilfbeständen, feinsedimentigen Ufern, Totholzstrukturen, aber auch Kies- und Felsblockufern natürlichen Ursprungs

(siehe Anhang, Abbildung 11-14). Das Vitznauerbecken wird von mineralischen Habitaten dominiert, die überwiegend aus natürlichen Felsblöcken und Kies bestehen (siehe Anhang, Abbildung 11-15).

Das Ufer des Gersauersees ist mehrheitlich durch schmale Kies- und Felsblockstufen geprägt, mit Ansammlungen von Totholz im nordwestlichen Bereich. Im südwestlichen Teil ist das Ufer stark verbaut (siehe Anhang, Abbildung 11-16).

Der Urnersee zeichnet sich hauptsächlich durch steile Ufer mit Fels- und Kliffstrukturen sowie durch zahlreiche Zuflüsse aus. Im Süden bietet das Reussdelta eine grosse Vielfalt an Lebensräumen (siehe Anhang, Abbildung 11-17).

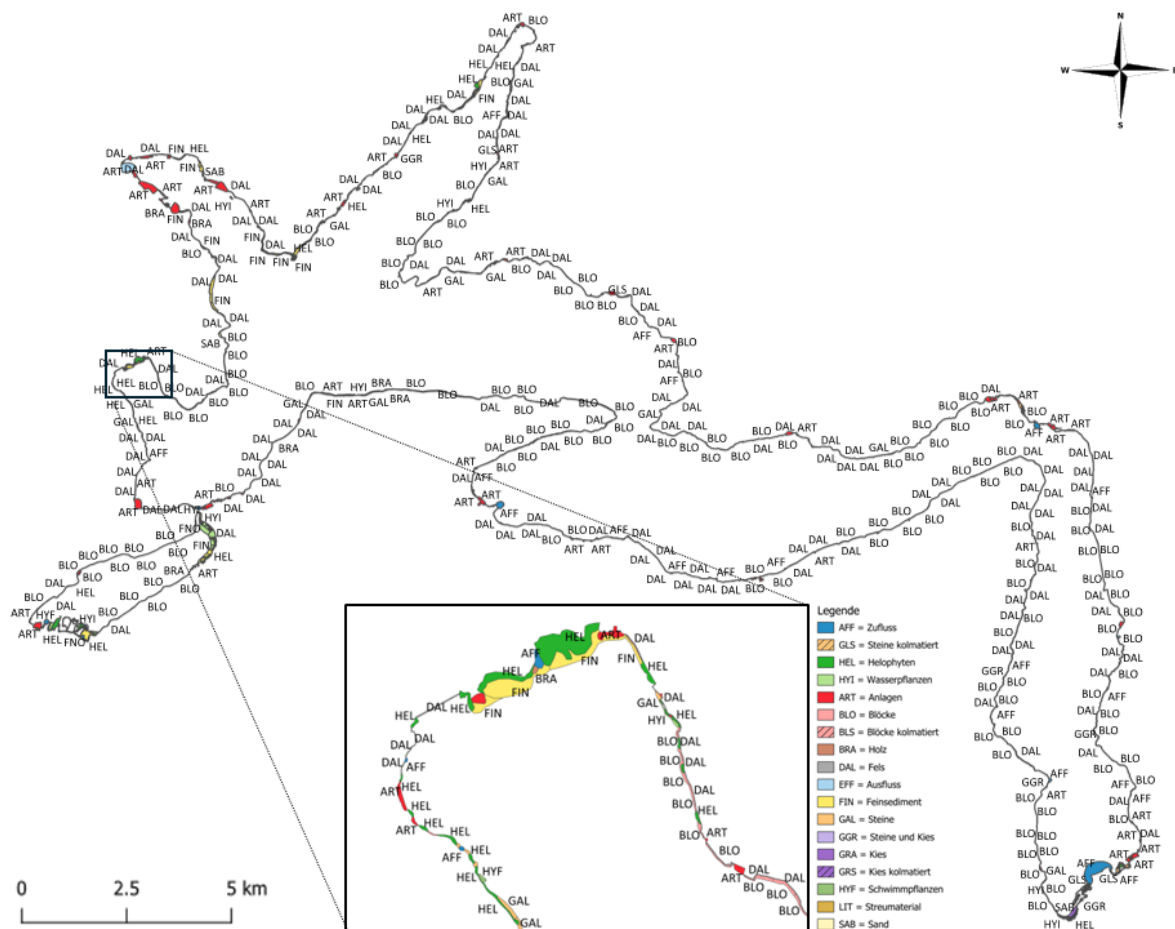


Abbildung 4-2. Karte der Uferhabitate des Vierwaldstättersees.

4.1.1.1 Vergleich 2014 und 2025

Die erneute Kartierung der Uferhabitate im Jahr 2025 ermöglicht einen Vergleich mit derjenigen von 2014 (Abbildung 4-3). Es konnten nur leichte Veränderungen festgestellt werden.

Die Gesamtfläche der Schilfbestände sowie von Totholz hat leicht zugenommen, was überwiegend auf

Aufwertungsmassnahmen der Seeufer, insbesondere im Reussdelta, zurückzuführen ist.

Auch die durch Hafeninfrastrukturen belegte Uferfläche hat zugenommen, insbesondere infolge von Ausbauarbeiten an Häfen wie in Hergiswil oder Buochs.

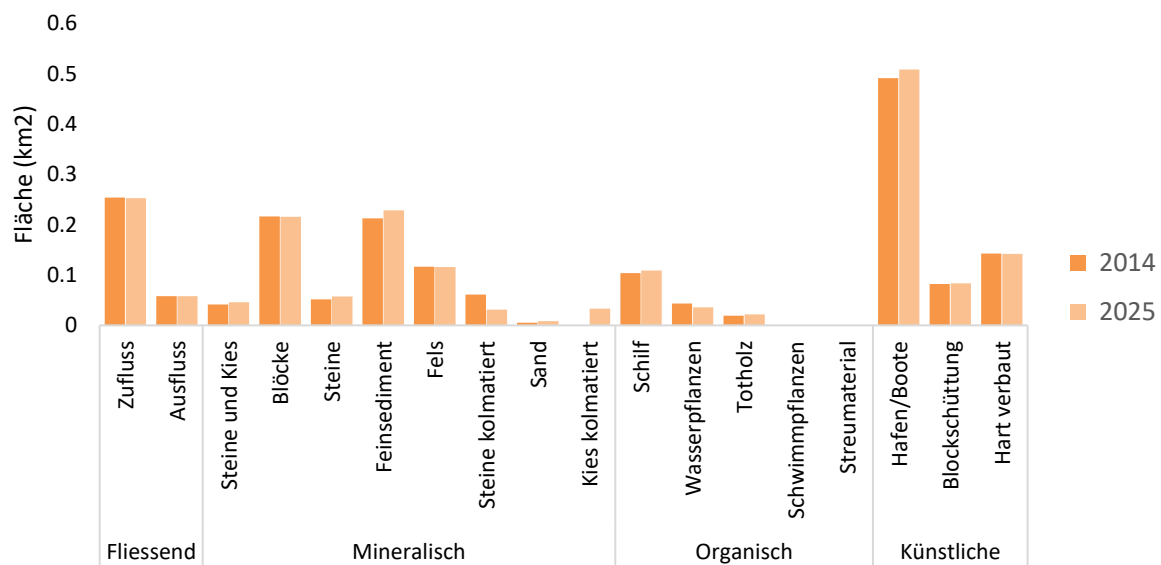


Abbildung 4-3. Flächenanteile der verschiedenen Uferhabitate im Vierwaldstättersee – Vergleich zwischen 2014 und 2025.

4.1.2 Ökomorphologie Seeufer

Die Uferlinie des Vierwaldstättersees (ohne Alpachersee) befindet sich auf 63 % ihrer Länge in einem ökomorphologisch [13] unzureichenden Zustand [14].

Naturnahe Ufer finden sich hauptsächlich am Ostufer des Küssnachersees, am Südufer des Vitznauerbeckens sowie an den steilen Uferabschnitten des Gersauersees und des Urnersees.

Die Verbauungen konzentrieren sich in der Nähe von Siedlungsgebieten, insbesondere in Luzern, Hergiswil, Stansstad, Beckenried, Gersau, Brunnen und Flüelen (Abbildung 4-4).

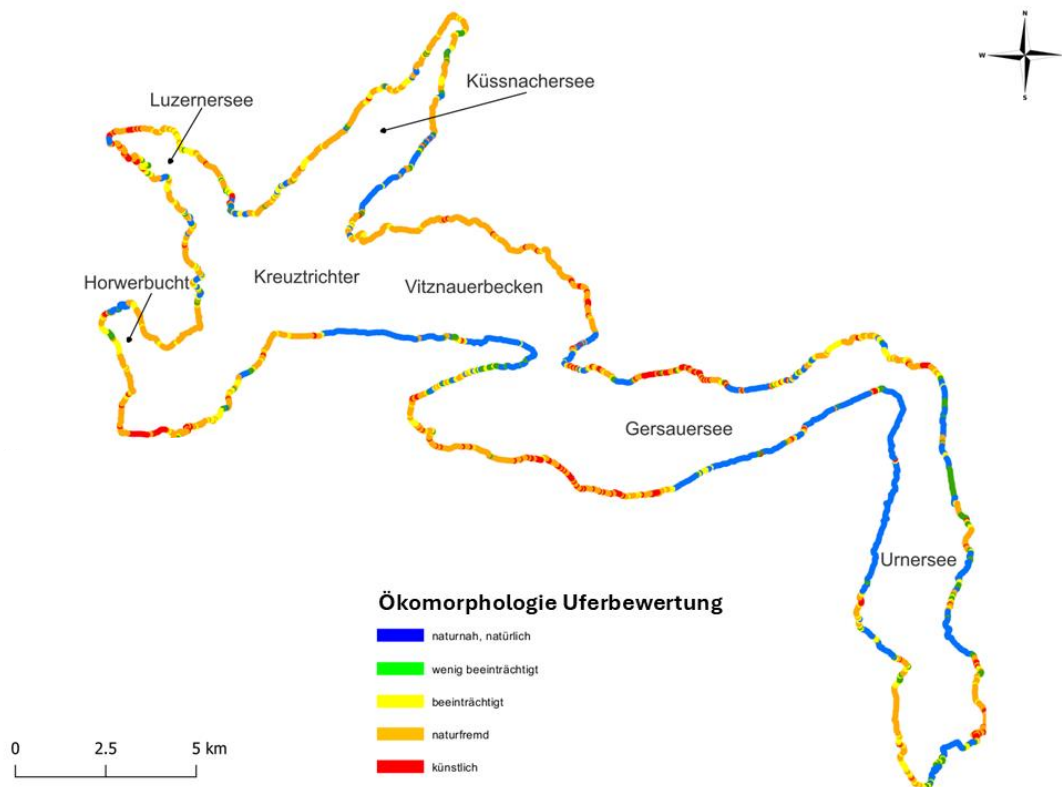


Abbildung 4-4. Ökomorphologischer Zustand des Vierwaldstättersees (© Kanton Luzern).

4.1.3 Physikalische und chemische Eigenschaften

4.1.3.1 Temperatur

Die Messungen im Spätherbst (hauptsächlich im November) widerspiegeln die Situation am Ende der sommerlichen Schichtung. Zu diesem Zeitpunkt ist die thermische Schichtung noch deutlich ausgeprägt, mit einer klar erkennbaren Sprungschicht in einer Tiefe von etwa 15 bis 25 m (Abbildung 4-5, links).

Im Gegensatz dazu zeigen die Messungen im März die Bedingungen am Ende des Winters, die durch homogene Temperaturen von der Oberfläche bis in 150 m Tiefe (Messgrenze) gekennzeichnet sind. Diese Homothermie ist von grosser Bedeutung, da

sie die winterliche Durchmischung des Sees ermöglicht. Diese trägt wesentlich zur ökologischen Funktion des Seesystems bei, indem sie Sauerstoff in die Tiefenbereiche bringt und Nährstoffe zur Oberfläche transportiert (Abbildung 4-5, rechts).

Betrachtet man die Zeitreihe seit den 1960er-Jahren, zeigen die Temperaturprofile eine anhaltende Erwärmung des Vierwaldstättersees. Dieser Trend beschränkt sich nicht nur auf die Oberflächengewässer, sondern ist entlang des gesamten Temperaturgradienten im Herbst und Winter erkennbar (Abbildung 4-5, Abbildung 4-6).

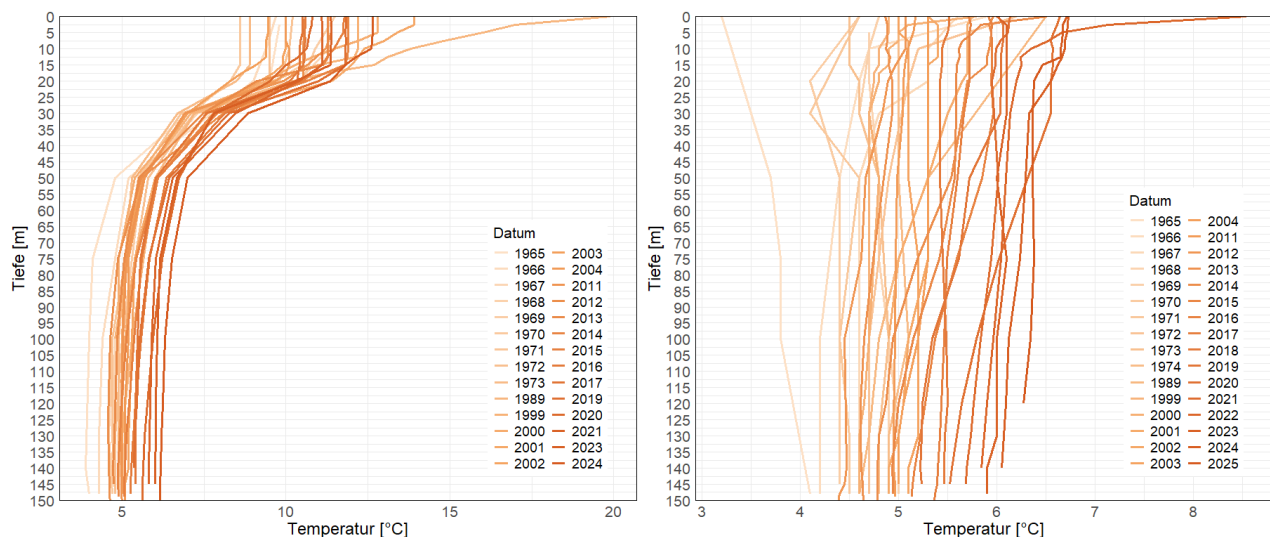


Abbildung 4-5. Entwicklung der Temperatur entlang von Tiefenprofilen im Herbst (links) und Winter (rechts) zwischen 1965 und 2025. Messstation Obermatt – Vitznauerbecken (Daten: Kanton Luzern).

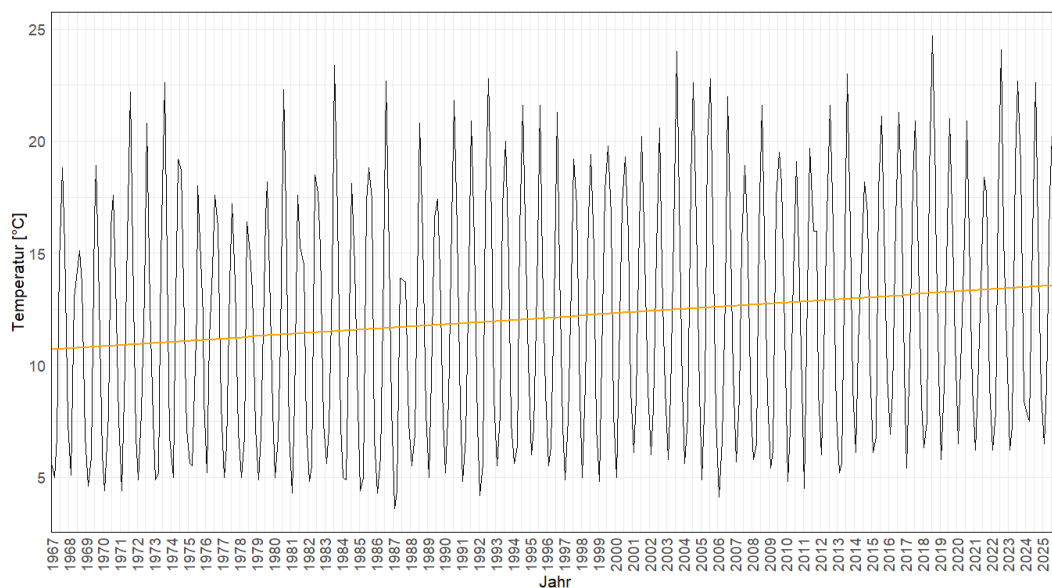


Abbildung 4-6. Entwicklung der Oberflächenwassertemperatur zwischen 1967 und 2025 – Messstation Seeburg (Daten: Kanton Luzern).

4.1.3.2 Sauerstoff

Die Zeitreihen der gelösten Sauerstoffkonzentrationen, gemessen im Herbst (November) und am Ende des Winters (März), zeigen seit 2015 eine gute Sauerstoffversorgung der Wassersäule über einen grossen Teil der oberen 150 Meter (Abbildung 4-7). Der See ist sowohl im Herbst als auch im Winter bis in etwa 135 m Tiefe gut mit Sauerstoff versorgt, was auf eine

effiziente Durchmischung und eine ausreichende Erneuerung des Sauerstoffs in den mittleren Wasserschichten hinweist.

Allerdings sinkt die Sauerstoffkonzentration unterhalb dieser Tiefe unter 4 mg/l, ein Schwellenwert, der für viele Fischarten als kritisch gilt. Zudem zeigen die jüngsten Daten, dass sich dieses Sauerstoffdefizit

in den tiefen Wasserschichten in den letzten Jahren verstärkt hat, was auf eine insgesamt abnehmende Sauerstoffversorgung in grossen Tiefen hinweist (Abbildung 4-8).

Diese Beobachtungen deuten darauf hin, dass die Sauerstoffbedingungen trotz der beobachteten thermischen Veränderungen mehrheitlich ausreichend für das Überleben der Fischfauna sind, gleichzeitig je-

doch ein zunehmendes und problematisches Sauerstoffdefizit in den tieferen Bereichen des Sees besteht, insbesondere bei der Stelle Obermatt im Vitznauerbecken. Allerdings können die Sauerstoffwerte in der Tiefe je nach Seebecken unterschiedlich sein. So ist davon auszugehen, dass der Sauerstoffgehalt in den anderen Seebecken (wie auch im tieferen Urnersee höher ist als im Vitznauerbecken an der Stelle Obermatt (<https://www.4waldstaettersee.ch/>)).

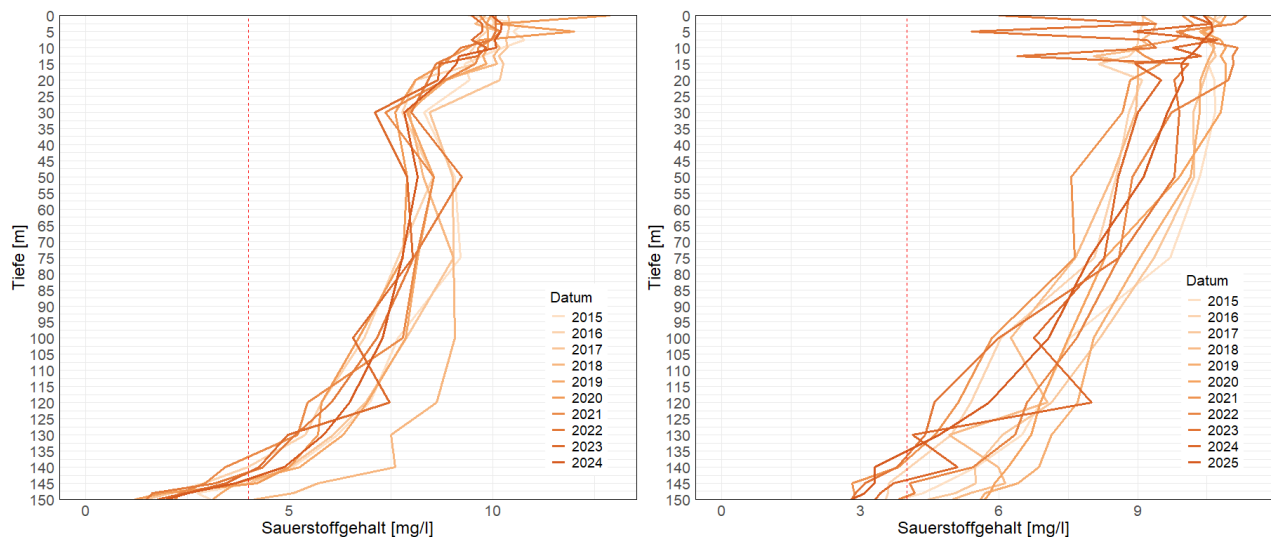


Abbildung 4-7. Entwicklung des Sauerstoffgehalt entlang von Tiefenprofilen im Herbst (links) und Winter (rechts) zwischen 2015 und 2025. Messstation Obermatt – Vitznauerbecken (Daten: Kanton Luzern).

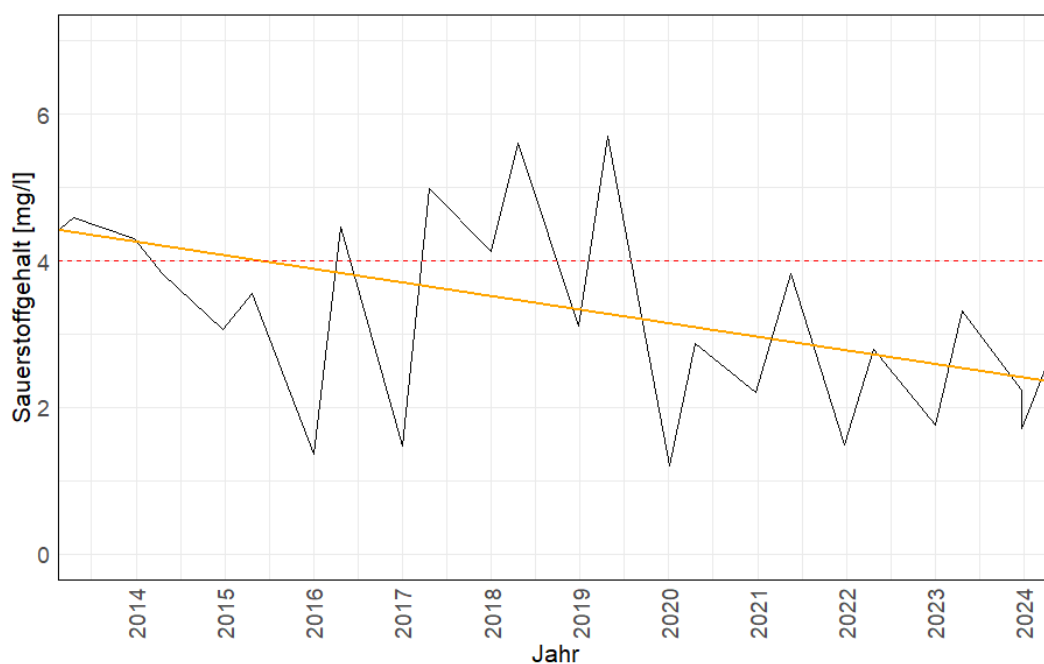


Abbildung 4-8. Entwicklung des Sauerstoffgehalts in 150 m Tiefe seit 2014 (Jahr der ersten Kampagne). Messstation Obermatt – Vitznauerbecken (Daten: Kanton Luzern).

4.1.3.3 Phosphor

Die Zeitreihe der Phosphormessungen an der Messstationen Kreuztrichter und Obermatt verdeutlicht, dass der Vierwaldstättersee bis zum Ende der 1980er-Jahre einer hohen organischen Belastung und nährstoffreichen Verhältnissen ausgesetzt war (Abbildung 4-9). Seit Beginn der 1990er-Jahre bewegen sich die Phosphorkonzentrationen nach einer

deutlichen Abnahme im oligotrophen (nährstoffarmen) Bereich und zeigen seither stabile Werte. In den letzten Jahren fallen jedoch einzelne höhere Werte auf. Diese könnten in Zusammenhang mit höheren Abflüssen in den Zuflüssen des zusammenhängen [15].

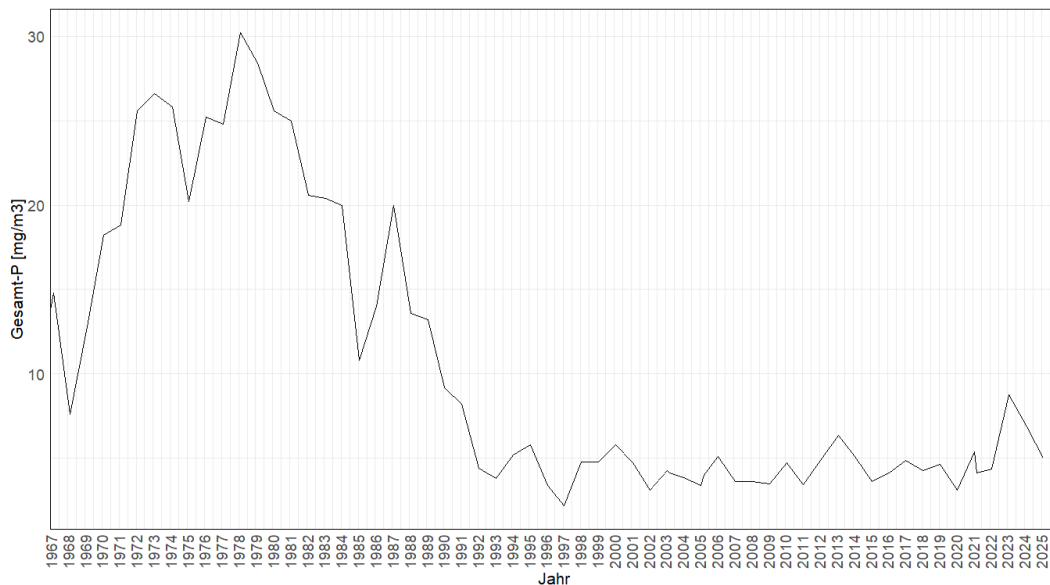


Abbildung 4-9. Entwicklung des Gesamtphosphors an den Messstellen Kreuztrichter (bis 1998) und Obermatt (Ab 1999) (Daten: Kanton Luzern).

4.1.4 Erträge Fischerei

Die Fangstatistiken des Vierwaldstättersees zeigen für die Gesamtfänge (Angel- und Berufsfischerei) seit Anfang der 2000er-Jahre einen rückläufigen Trend (Abbildung 4-10). Im Jahr 2025 beliefen sich die Fänge der Berufsfischerei auf 65.6 Tonnen, was leicht über dem Wert von 2024 (63.7 Tonnen) liegt, jedoch unter dem Durchschnitt der letzten Jahre. Zum Vergleich: Ende der 1980er-Jahre, als der Vierwaldstättersee überdüngt war und einige Felchenarten nur knapp überlebt haben, lagen die Gesamtfänge noch bei über 400 Tonnen. Der Anteil der Angelfischerei am Gesamtfang beträgt heute rund 20 %, während deren Anteil Ende der 1990er-Jahre noch bei etwa 5 % lag.

Die Artenzusammensetzung der Fänge der Berufsfischerei wird von den Felchen dominiert, gefolgt von Flussbarschen, Hechten, Cypriniden sowie Forellen und Saiblingen (Abbildung 4-11). Die Felchenfänge erreichten ihr Maximum in den 1980er-Jahren und liegen 2025 auf einem sehr niedrigen Stand [16].

Die Flussbarsch-Fänge schwanken von Jahr zu Jahr, sind jedoch seit Mitte der 1990er-Jahre insgesamt stabil. Ein zunehmender Anteil der Hechte wird durch die Angelfischerei gefangen, während die Gesamtfänge dieser Art weitgehend stabil geblieben sind. Eine ähnliche Entwicklung wie beim Hecht zeigt sich bei den Forellen: Ein zunehmender Anteil wird

von Angelfischern gefangen, während die Gesamtfänge stabil bleiben, die Fänge der Berufsfischerei sind jedoch seit 2007 rückläufig.

Cypriniden machten zwischen 1970 und 1990 einen bedeutenden Anteil der Fänge aus. Diese Entwicklung dürfte auf veränderte Nährstoffbedingungen

und auf die damals öfters praktizierte gezielte Befischung dieser Arten zurückzuführen sein.

Schliesslich sind die Saiblingsfänge seit 2012 rückläufig und erreichen im Jahr 2025 Werte, die etwa vierzigmal niedriger sind als jene von 1982.

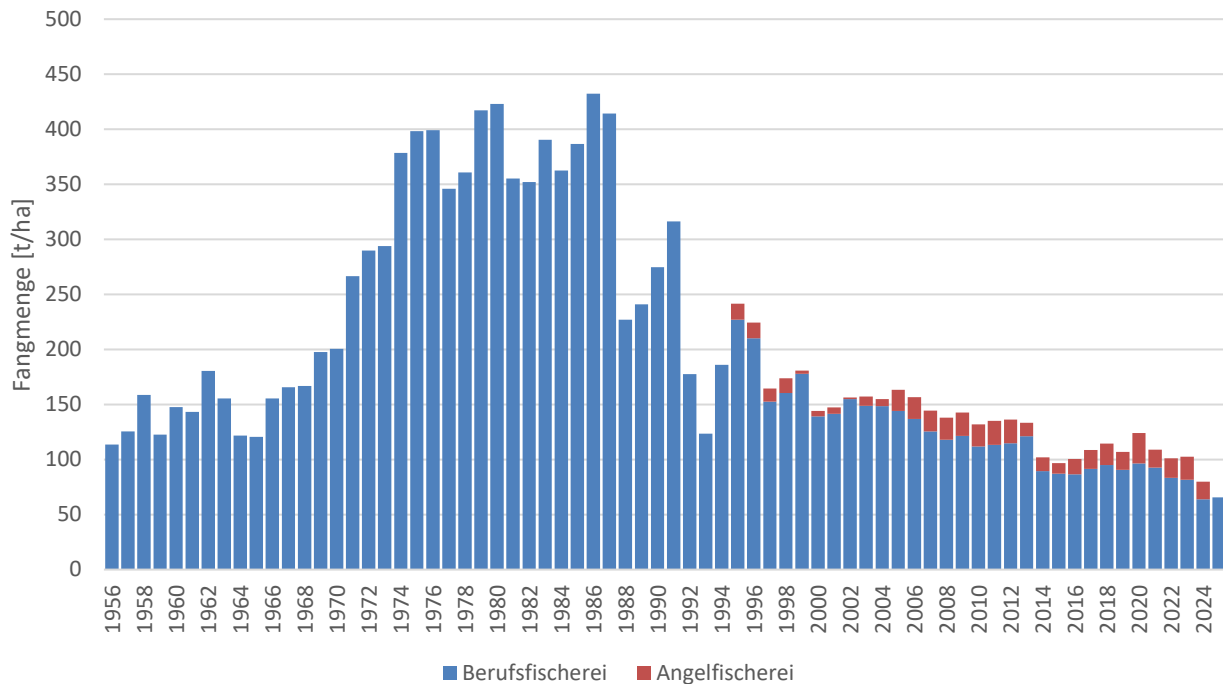


Abbildung 4-10. Entwicklung der durch die Berufs- und Angelfischerei im Vierwaldstättersee insgesamt pro Jahr gefangene Fischmenge (Daten: Fischereikommission Vierwaldstättersee).

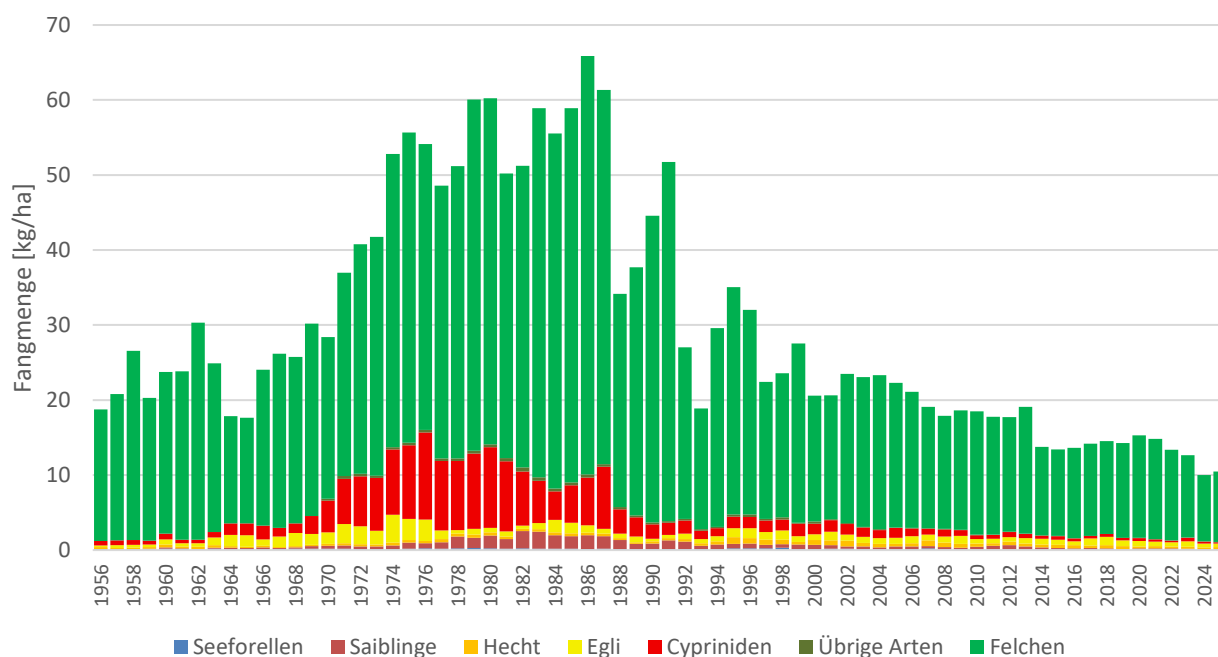


Abbildung 4-11. Entwicklung der Fänge der Berufsfischer im Vierwaldstättersee, aufgetrennt nach den wichtigsten Fischarten (Daten: Fischereikommission Vierwaldstättersee).

Die Fangstatistiken werden von verschiedenen Faktoren beeinflusst, unter anderem auch vom Aufwand, der für den Fang der Fische getätigt wird. Die oben aufgeführten Entwicklungen müssen daher mit Vorsicht interpretiert werden, da sie nicht zwingend die Entwicklung der Fischbestände widerspiegeln.

Seit 2017 werden auch Informationen zum Befischungsaufwand der Berufsfischer erhoben (Anzahl gesetzter Netze pro Fischer und Tag). Interessanterweise zeigen die rohen Fangstatistiken der Berufsfischerei, dass die Anzahl gefangener Felchen seit 2017 insgesamt leicht abgenommen hat. Werden jedoch die für den Befischungsaufwand korrigierten Fänge betrachtet, so zeigt sich ein leichter Anstieg der Fänge pro Netz (Abbildung 4-12).

Diese Differenz deutet darauf hin, dass der in den letzten zehn Jahren festgestellte Rückgang der Felchenfänge nicht die Abnahme der Felchenbestände sondern der Intensität der Netzfischerei widerspiegelt.

Die Betrachtung weiterer Fischarten zeigt, dass unter Berücksichtigung des Fischereiaufwands der Fangertrag bei den Forellen zunimmt, während er bei den Saiblingen abnimmt. Für Flussbarsch und Cypriniden bleibt der Fangertrag hingegen insgesamt stabil (Abbildung 4-13).

Insgesamt hat der von den Berufsfischern auf dem Vierwaldstättersee ausgeübte Fischereidruck seit 2017 deutlich abgenommen. Die vom Kanton Luzern bereitgestellten Daten deuten darauf hin, dass die Anzahl gesetzter Netze (Bodennetze und Schwebnetze) um etwa 40 % zurückgegangen ist.

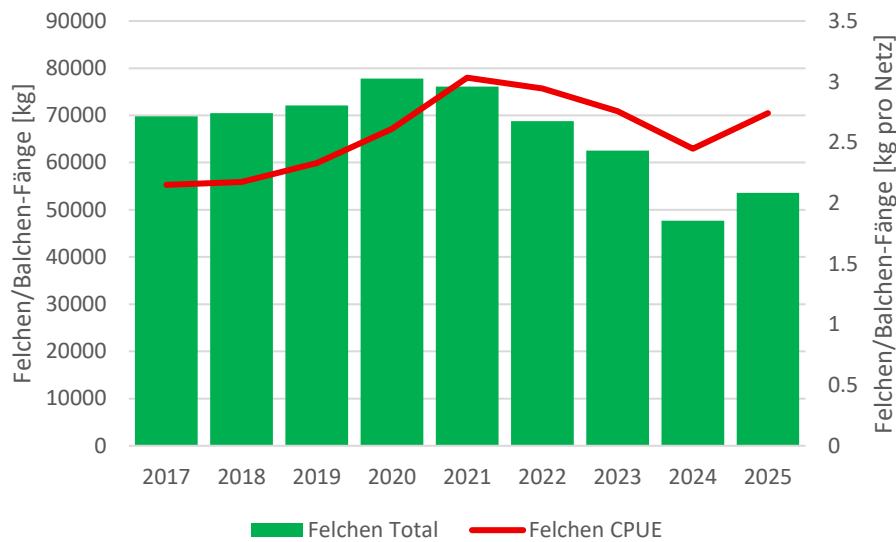


Abbildung 4-12. Entwicklung der Felchenfänge (alle Felchenarten) in kg (grüne Balken) sowie Entwicklung des Fingertrags pro Netz im Vierwaldstättersee (rote Linie) (Daten: Fischereikommission Vierwaldstättersee). Die Anzahl Netze entspricht der gesamten Anzahl Netze (Schwebnetze + Bodennetze), die pro Jahr ausgelegt wurde.

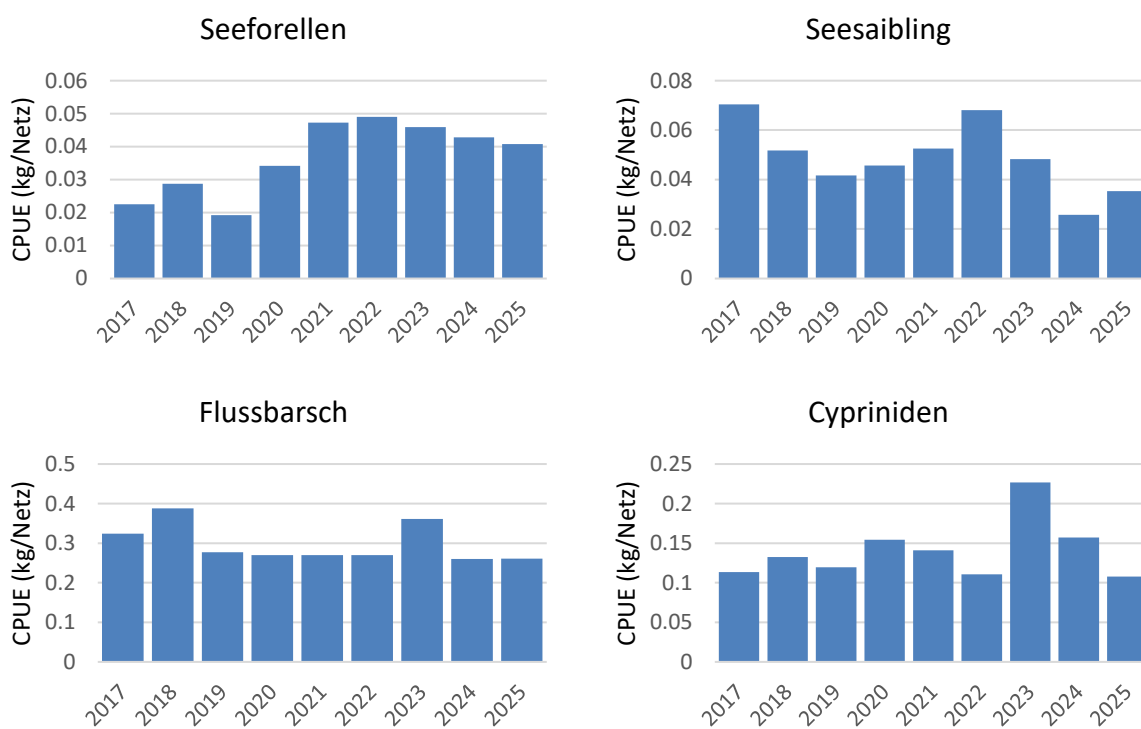


Abbildung 4-13. Entwicklung des Fingertrags pro Netz (kg pro Netz) zwischen 2017 und 2025 für Forellen, Saiblinge, Egli und Cypriniden (Daten: Fischereikommission Vierwaldstättersee). Die Anzahl Netze entspricht der gesamten Anzahl Netze (Schwebnetze + Bodennetze), die pro Jahr ausgelegt wurde.

4.2 Resultate der standardisierten Befischungen

4.2.1 Rohdaten Befischung 2025

Im Vierwaldstättersee wurden 2025 während zwei Wochen (8 Befischungstage) 191 benthische CEN- und 27 pelagische Vertikalnetzgruppen (jeweils sechs Netze pro Gruppe) über Nacht eingesetzt. Zusätzlich wurden 108 Uferstrecken (39 zu Fuss, 73 mit dem Boot) elektrisch befischt. Somit wurden insgesamt 330 Befischungsaktionen durchgeführt (Abbildung 4-14).

Insgesamt wurden bei den standardisierten Befischungen 3'635 Fische gefangen, wobei 22 Fischarten nachgewiesen werden konnten. Darüber hinaus wurden zwei invasive Kamberkrebse (*Orconectes limosus*) als Beifang in den benthischen Netzen erfasst (Tabelle 4-1).

Betrachtet man sämtliche Fangmethoden zusammen, dann sind Flussbarsche mit 2'326 Individuen

am häufigsten in den Fängen vertreten. Ebenfalls sehr häufig sind Rotaugen (N=425), Kaulbarsche (N=217), Lauben (N=158) und Felchen (N=130).

Felchen wurden hauptsächlich in Vertikalnetzen im Pelagial gefangen, Flussbarsche, Rotaugen und Kaulbarsche mehrheitlich in benthischen Netzen. Elritzen, Forellen und Äschen wurden hingegen vor allem bei elektrischen Befischungen am Ufer gefangen.

Die gesamte Biomasse des Fanges betrug 210.05 kg (Tabelle 4-1). Dies entspricht einem geringen Anteil (0.3 %) der jährlich durch die Berufsfischer gefangenen Fischmenge. Flussbarsche machen den grössten Anteil an der gefangenen Biomasse aus (64.95 kg), gefolgt von Rotaugen (42.16 kg), Alet (32.62 kg), Schleien (20.65 kg) und Felchen (15.65 kg).

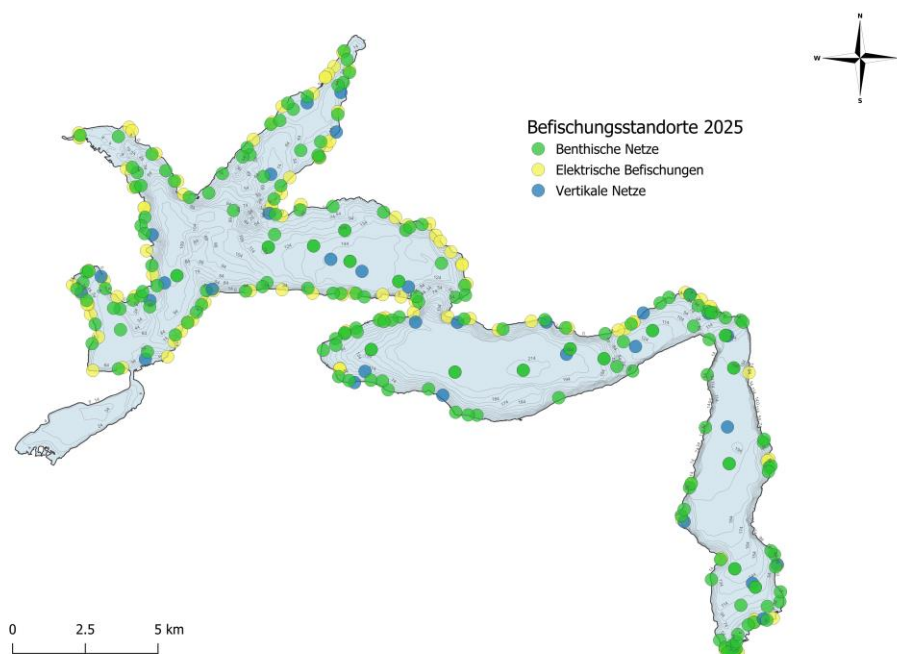


Abbildung 4-14. Karte der Befischungsstandorte von 2025 im Vierwaldstättersee.

Tabelle 4-1. Zusammenstellung der Anzahl und der Biomasse der 2025 im Rahmen der standardisierten Befischungen 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>	1264	101	961	2326	44.51	1.41	19.02	64.95
Rotaugen	<i>Rutilus rutilus</i>	313	19	93	425	31.26	0.03	10.87	42.16
Kaulbarsch	<i>Gymnocephalus cernua</i>	188	1	28	217	3.15	0.00	0.43	3.57
Laube	<i>Alburnus alburnus</i>	8	81	69	158	0.07	0.03	1.22	1.31
Felchen	<i>Coregonus sp</i>	12	-	118	130	2.62	-	13.02	15.65
Alet	<i>Squalius cephalus</i>	30	49	1	80	28.94	2.57	1.12	32.62
Seesaibling	<i>Salvelinus sp</i>	27	-	29	56	1.82	-	2.87	4.69
Elritze	<i>Phoxinus sp</i>	-	55	-	55	-	0.06	-	0.06
Hasel	<i>Leuciscus leuciscus</i>	30	2	-	32	2.87	0.01	-	2.88
Gründling	<i>Gobio gobio</i>	12	17	-	29	0.08	0.11	-	0.18
Forelle	<i>Salmo sp</i>	-	23	4	27	-	1.17	3.53	4.71
Hecht	<i>Esox lucius</i>	13	3	8	24	2.71	0.04	3.48	6.23
Schleie	<i>Tinca tinca</i>	13	1	5	19	12.57	0.01	8.06	20.65
Trüsche	<i>Lota lota</i>	7	12	-	19	2.46	0.52	-	2.99
Groppe	<i>Cottus gobio</i>	8	2	2	12	0.04	0.00	0.01	0.05
Schmerle	<i>Barbatula barbatula</i>	1	5	1	7	0.00	0.05	0.00	0.06
Sonnenbarsch	<i>Lepomis gibbosus</i>	2	3	-	5	0.10	0.02	-	0.12
Aesche	<i>Thymallus thymallus</i>	-	4	-	4	-	0.05	-	0.05
Rotfeder	<i>Scardinius sp</i>	2	-	1	3	0.12	-	0.16	0.27
Zander	<i>Sander lucioperca</i>	2	-	1	3	4.83	-	0.02	4.85
Dreistachliger Stichling	<i>Gasterosteus aculeatus</i>	2	-	-	2	0.00	-	-	0.00
Kambersch	<i>Orconectes limosus</i>	2	-	-	2	0.05	-	-	0.05
Brachsme	<i>Abramis brama</i>	2	-	-	2	1.97	-	-	1.97
Total		1938	378	1321	3637	140.16	6.08	63.81	210.05
Anzahl Arten	23	20	16	14	23	20	16	14	23

4.2.2 Artenvielfalt

Im Rahmen der Befischungen von 2025 konnten 22 Fischarten nachgewiesen werden, gegenüber 20 Arten im 2014 (Tabelle 4-1). Die Barbe (*Barbus barbus*) wurde 2014 nachgewiesen, jedoch nicht 2025, während der Sonnenbarsch (*Lepomis gibbosus*), die Rotfeder (*Scardinius sp.*) und die Äsche (*Thymallus thymallus*) 2025 beobachtet wurden, jedoch nicht 2014.

Von den 22 nachgewiesenen Arten sind zwei Arten nicht einheimisch: der Sonnenbarsch (*Lepomis gibbosus*) und der Zander (*Sander lucioperca*). Der Kaulbarsch (*Gymnocephalus cernua*) und der Dreisteichliche Stichling (*Gasterosteus aculeatus*) gelten als standortfremd.

Einige historisch im Vierwaldstättersee belegte Arten wurden 2025 nicht nachgewiesen. Dabei handelt es sich insbesondere um Arten, die an Fließgewässer gebunden sind und hauptsächlich in den Zuflüssen oder im Bereich der Mündungen vorkommen. Dazu gehören beispielsweise der Schneider (*Alburnoides bipunctatus*), die Barbe (*Barbus barbus*), das Bachneunauge (*Lampetra planeri*), die Nase (*Chondrostoma nasus*) und der Strömer (*Telestes souffia*), die trotz Elektrofischerei und Netzfängen in Zuflusssnähe nicht erfasst wurden.

Weitere im Vierwaldstättersee seltene Arten wie die Blicke (*Blicca bjoerkna*) oder der Karpfen (*Cyprinus*

carpio) wurden ebenfalls nicht nachgewiesen, obwohl sie in der Literatur oder in Fangstatistiken erwähnt werden.

Wanderfischarten wie der Aal (*Anguilla anguilla*) und der Atlantische Lachs (*Salmo salar*) steigen aufgrund von Wanderhindernissen nicht mehr bis in den Vierwaldstättersee auf. Vereinzelte Aalfänge sind vermutlich auf Besatzmassnahmen und/oder auf verbliebene Restbestände zurückzuführen.

Im Rahmen dieser Studie wurden Felchen und Seisaiblinge nicht auf Artniveau bestimmt, sondern alle unter den Sammelbezeichnung *Coregonus* spp. und *Salvelinus* spp. zusammengefasst (Abbildung 4-16,

Abbildung 4-17). Es wurden allerdings standardisierte Fotos gemacht und genetische Proben wurden entnommen. Damit kann eine morphometrische oder genetische Artzuweisung zu einem späteren Zeitpunkt erfolgen.

Neuste Studien zeigen, dass im Vierwaldstättersee sowohl *Phoxinus csikii* vorkommt, als auch eine weitere neu zu beschreibende Art, die im See verbreiteter ist als *P. csikii* [17]. Deshalb wurden auch die Elritzen unter *Phoxinus* spp. zusammengefasst.

Fotos aller im Rahmen der Befischungen gefangenen Arten sind im Anhang (Kap. 11.8) dargestellt.



Abbildung 4-15. Links: juvenile Äsche (*Thymallus thymallus*), eine gefährdete Art. Rechts: die Mündung des Gruonbachs bei Usserdorf (2'690'187, 1'196'813), wo mehrere juvenile Äschen gefangen wurden.



Abbildung 4-16. Standardisierte Fotografien verschiedener Individuen von Felchen (*Coregonus* sp.) aus dem Vierwaldstättersee.



Abbildung 4-17. Standardisierte Fotografien verschiedener Individuen von Saiblingen (*Salvelinus* sp.) aus dem Vierwaldstättersee.

Tabelle 4-2. Artenfundliste im Vierwaldstättersee. Die Liste der Fischarten wurden vom Bericht der Befischungen von 2014 übernommen [18]. Da die Felchen nicht auf Artniveau bestimmt werden konnten, wurden alle Felchenartigen unter *Coregonus sp.* zusammengefasst. Dasselbe gilt auch für die Seesaiblinge. Genetische Proben liegen allerdings vor und eine spätere Artzuweisung kann noch vorgenommen werden.

Fischart			Gefährdung VBGF	Ursprung VBGF	Ursprung im See	Nachweis der Fischart					
Familie	Art	Deutsch				Hartmann 1827	Nufer 1905	Fischatlas 2003	Fischereistatistik (seit 1970)	Projet Lac VWS 2014	Befischung VWS 2025
Anguillidae	<i>Anguilla anguilla</i>	Aal	1	Einheimisch	Standortgerecht	●	●	●	●		
Centrarchidae	<i>Lepomis gibbosus</i>	Sonnenbarsch		Eingeführt	Standortfremd			●			●
Cottidae	<i>Cottus gobio</i>	Groppe	4	Einheimisch	Standortgerecht	●	●	●		●	●
Cyprinidae	<i>Abramis brama</i>	Brachsmen	NG	Einheimisch	Standortgerecht	●	●	●	●	●	●
Cyprinidae	<i>Alburnoides bipunctatus</i>	Schneider	3, E	Einheimisch	Standortgerecht		●	●			
Cyprinidae	<i>Alburnus alburnus</i>	Lauben	NG	Einheimisch	Standortgerecht	●	●	●	●	●	●
Cyprinidae	<i>Barbus barbus</i>	Barben	4	Einheimisch	Standortgerecht	●	●	●		●	
Cyprinidae	<i>Blicca bjoerkna</i>	Blicke	4	Einheimisch	Standortgerecht	●	●	●			
Cyprinidae	<i>Chondrostoma nasus</i>	Nasen	1, E	Einheimisch	Standortgerecht	●	●	●			
Cyprinidae	<i>Cyprinus carpio</i>	Karpfen	4	Einheimisch	Standortgerecht	●	●	●	●		
Cyprinidae	<i>Gobio gobio</i>	Gründlinge	NG	Einheimisch	Standortgerecht		●	●		●	●
Cyprinidae	<i>Leuciscus leuciscus</i>	Hasel	NG	Einheimisch	Standortgerecht	●	●	●		●	●
Cyprinidae	<i>Phoxinus spp.</i>	Elritzen		Einheimisch	Standortgerecht		●	●		●	●
Cyprinidae	<i>Rutilus rutilus</i>	Rotauge	NG	Einheimisch	Standortgerecht	●	●	●	●	●	●
Cyprinidae	<i>Scardinius erythrophthalmus</i>	Rotfedern		Einheimisch	Standortgerecht		●	●			●
Cyprinidae	<i>Squalius cephalus</i>	Alet	NG	Einheimisch	Standortgerecht	●	●	●		●	●
Cyprinidae	<i>Telestes souffia</i>	Stroemer	3, E	Einheimisch	Standortgerecht		●	●			
Cyprinidae	<i>Tinca tinca</i>	Schleie	NG	Einheimisch	Standortgerecht	●	●	●	●	●	●
Esocidae	<i>Esox lucius</i>	Hechte	NG	Einheimisch	Standortgerecht	●	●	●	●	●	●
Gasterosteidae	<i>Gasterosteus aculeatus</i>	Dreistachlige Stichling	4	Einheimisch	Standortfremd					●	●
Lotidae	<i>Lota lota</i>	Trüsche	NG	Einheimisch	Standortgerecht	●	●	●	●	●	●
Nemacheilidae	<i>Barbatula barbatula</i>	Schmerle	4	Einheimisch	Standortgerecht	●		●		●	●
Percidae	<i>Gymnocephalus cernua</i>	Kaulbarsch	NG	Einheimisch	Standortfremd			●		●	●
Percidae	<i>Perca fluviatilis</i>	Flussbarsch	NG	Einheimisch	Standortgerecht	●	●	●	●	●	●
Percidae	<i>Sander lucioperca</i>	Zander		Eingeführt	Standortfremd			●	●	●	●
Petromyzontidae	<i>Lampetra planeri</i>	Bachneunauge	2, E	Einheimisch	Standortgerecht	●					
Salmonidae	<i>Coregonus spp.</i>	Felchen	4, E	Einheimisch	Standortgerecht	●	●	●	●	●	●
Salmonidae	<i>Oncorhynchus mykiss</i>	Regenbogenforelle		Eingeführt	Standortfremd			●	●		
Salmonidae	<i>Salmo salar</i>	Atlantischer Lachs	0, E	Einheimisch	Standortgerecht	●	●				
Salmonidae	<i>Salmo trutta</i>	Atlantische Forelle		Einheimisch	Standortgerecht	●	●	●	●	●	●
Salmonidae	<i>Salvelinus spp.</i>	Saibling	3	Einheimisch	Standortgerecht	●	●	●	●	●	●
Salmonidae	<i>Thymallus thymallus</i>	Aesche	2, E	Einheimisch	Standortgerecht	●	●	●	●		●
Anzahl einheimische Arten					29	22	25	26	13	19	21
Anzahl standortgerechte Arten					27	0	0	4	2	3	4
Anzahl standortfremde Arten					5	22	25	25	13	17	18
Total Anzahl Arten					32	22	25	29	15	20	22

4.2.3 Fischbestand gesamter See

Die Gegenüberstellung der Ergebnisse von 2014 und 2025 zeigt, dass der volumenkorrigierte Fang pro Aufwand [12] für die Anzahl gefangener Fische stabil ist, während die gefangene Biomasse 2025 statistisch signifikant höher ist als 2014 (Abbildung 4-18, Tabelle 4-3).

Auf der Ebene der einzelnen Arten ist die Anzahl gefangener Individuen von zwei Arten 2025 signifikant höher als 2014 (Abbildung 4-19). Es handelt sich um die Schleie und die Atlantische Forelle. Beide Arten wurden 2014 nicht gefangen. Die Veränderung in der Biomasse dieser Arten ist hingegen statistisch nicht

signifikant. Dies liegt daran, dass der statistische Test nicht nur die absolute Veränderung berücksichtigt, sondern auch die Varianz in den Daten. Da die Varianz im Gewicht der Fische viel höher ist als in der Anzahl der Fische, insbesondere bei seltenen Fängen, führt dies dazu, dass das Ergebnis für die Dichte signifikant ist, während es für die Biomasse nicht der Fall ist.

Zudem wird eine Zunahme der Flussbarsche und der Lauben sowie ein Rückgang der Seesaiblinge und der Trüschen beobachtet, sowohl in Anzahl als auch in Biomasse.

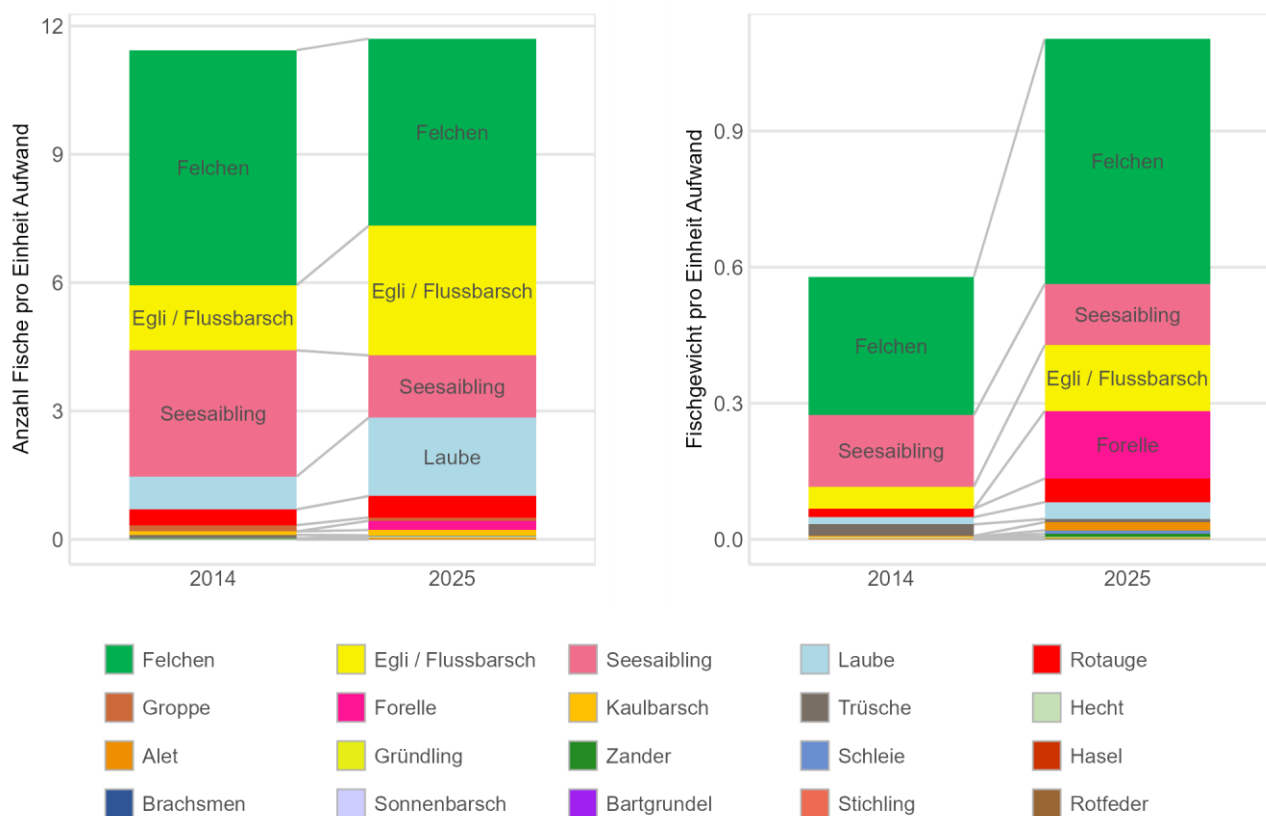


Abbildung 4-18. Fang pro Aufwandseinheit im gesamten Vierwaldstättersee für die Erhebungsjahre 2014 und 2025. Die Fänge werden für freiwasserlebende Fische anhand von vertikalen Netzen und für grundnahe Fische anhand von benthischen CEN-Netzen berechnet. Der Aufwand wird pro 1000 m² Kiemennetz angegeben. Das Fischgewicht wird in Kilogramm angegeben.

Weiter fällt auf, dass Zander in der Dichte abgenommen haben, während die Biomasse sehr deutlich zugenommen hat. Dies liegt daran, dass 2014 nur juvenile Zander gefangen wurden und dies nur in benthischen Netzen. 2025 wurde auch ein grosser Zander

gefangen (4.3 kg) und dies in einem pelagialen Vertikalnetz. Dieser Fang erhält bei der Gesamtseeanalyse ein hohes Gewicht, was die deutliche Zunahme dieser Art bei der Biomasse erklärt (Abbildung 4-18, Tabelle 4-3).

All diese Ergebnisse sind jedoch statistisch nicht signifikant. Damit kann nicht ausgeschlossen werden, dass diese Unterschiede durch die Varianz im Fang-erfolg der verschiedenen Netze als Zufallsergebnisse

zustande kommen, wie dies oben am Zanderbeispiel nachvollzogen werden kann.

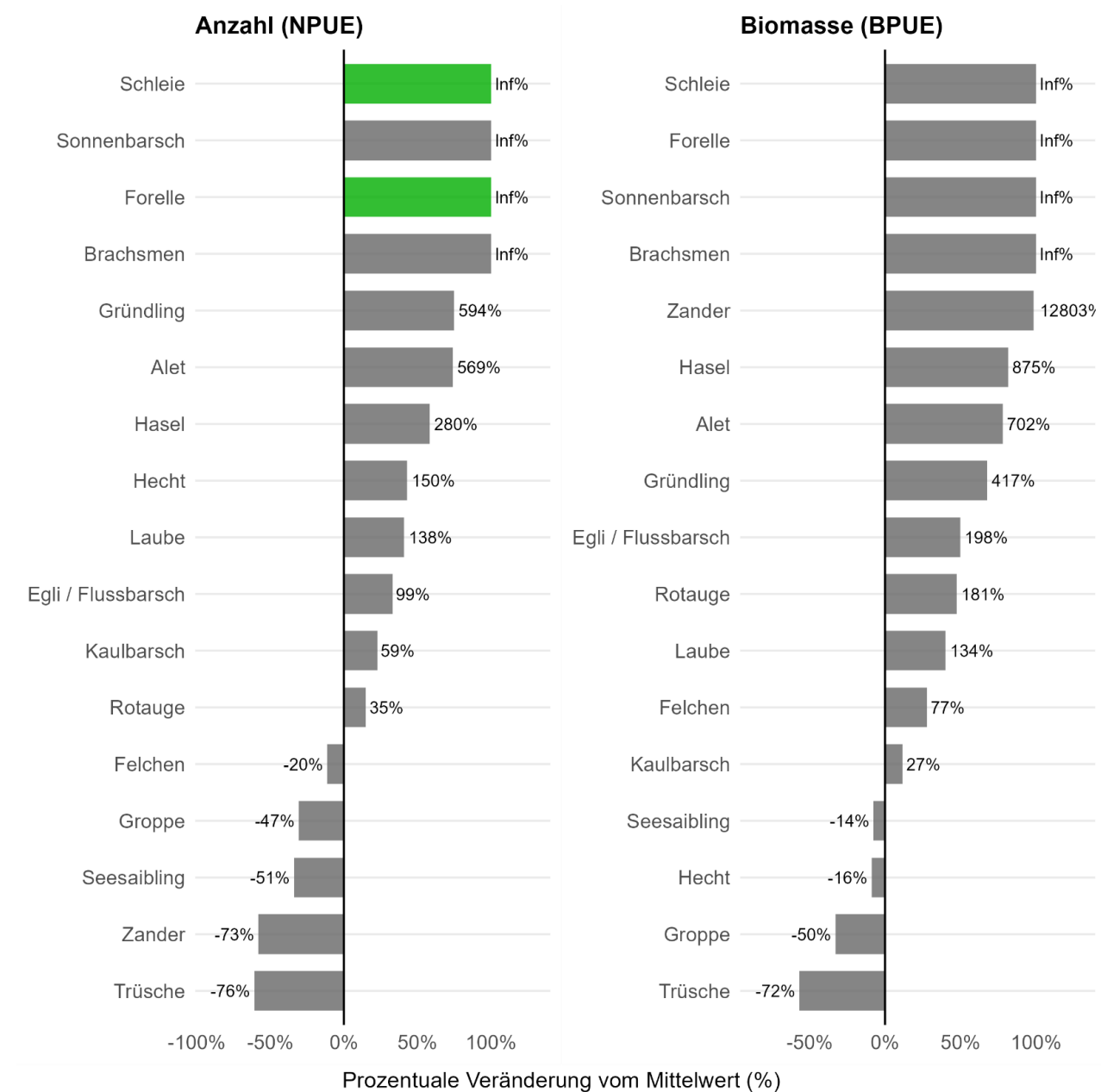


Abbildung 4-19. Artspezifische Veränderungen des Fangs pro Aufwandseinheit im gesamten Vierwaldstättersee zwischen den Befischungen von 2014 und 2025. Die Fänge werden anhand von vertikalen Netzen für freiwasserlebende Fische und benthischen CEN-Netzen für grundnahe Fische berechnet. Farbige Balken zeigen eine statistisch signifikante Veränderung an.

Tabelle 4-3. Zusammenfassung der artspezifischen Veränderungen des Fangs pro Aufwandseinheit im gesamten Vierwaldstättersee zwischen den Befischungen. Die Fänge werden für freiwasserlebende Fische anhand von vertikalen Netzen und für grundnahe Fische anhand von benthischen CEN-Netzen berechnet. +Inf bei der Veränderung entsteht dann, wenn eine Art 2014 nicht nachgewiesen wurde, im Jahr 2025 aber schon. Dann kann keine prozentuale Veränderung berechnet werden. Das Fischgewicht (BPUE) wird in Gramm angegeben.

Art	NPUE				BPUE			
	2014	2025	Veränderung	Signif	2014	2025	Veränderung	Signif
GESAMT ALLE ARTEN	11	12	2%	Nein	579.0	1104	91%	Ja
Schleie	0	0.006	+Inf	Ja	0.0	7.8	+Inf	Nein
Forelle	0	0.2	+Inf	Ja	0.0	149	+Inf	Nein
Felchen	5.5	4.4	-20%	Nein	305.0	541	77%	Nein
Seesaibling	2.9	1.5	-51%	Nein	158.0	135	-14%	Nein
Egli / Flussbarsch	1.5	3	99%	Nein	49.0	145	198%	Nein
Laube	0.8	1.8	138%	Nein	16.0	37	134%	Nein
Rotaugen	0.4	0.5	35%	Nein	19.0	52	181%	Nein
Groppe	0.1	0.08	-47%	Nein	0.6	0.3	-50%	Nein
Trüsche	0.08	0.02	-76%	Nein	25.0	7	-72%	Nein
Kaulbarsch	0.08	0.1	59%	Nein	1.5	1.9	27%	Nein
Hecht	0.01	0.04	150%	Nein	3.1	2.6	-16%	Nein
Zander	0.006	0.001	-73%	Nein	0.1	6.3	12803%	Nein
Alet	0.002	0.02	569%	Nein	2.2	18	702%	Nein
Gründling	0.001	0.008	594%	Nein	0.0	0.05	417%	Nein
Hasel	0.001	0.004	280%	Nein	0.0	0.3	875%	Nein
Sonnenbarsch	0	0.0003	+Inf	Nein	0.0	0.02	+Inf	Nein
Brachse	0	0.0007	+Inf	Nein	0.0	0.6	+Inf	Nein

4.2.4 Fischbestand nach Lebensraum

Es ist sinnvoll, die verschiedenen Lebensräume im See getrennt zu analysieren, um die auf den gesamten See bezogenen Ergebnisse besser zu verstehen. Die Entwicklung des Fischbestands kann sich beispielsweise zwischen dem Ufer und dem Freiwasser unterscheiden.

Folgende Lebensräume wurden in den Analysen unterschieden:

- Benthische Zone: Ergebnisse, die ausschliesslich mit benthischen Netzen erhoben wurden.
- Freiwasserzone (pelagische Zone): Ergebnisse, die ausschliesslich mit Vertikalnetzen erhoben wurden.
- Uferzone: Ergebnisse, die ausschliesslich mittels Elektrofischerei gewonnen wurden.

4.2.4.1 Benthische Zone: CEN-Grundnetze

Wenn ausschliesslich der benthische Seebereich betrachtet wird, kann eine leichte Abnahme der Anzahl und eine leichte Zunahme der Biomasse der gefangenen Fische festgestellt werden. Keine dieser Trends ist über alle Fischarten betrachtet jedoch statistisch signifikant (Abbildung 4-20, Tabelle 4-4).

Auf der Ebene der einzelnen Fischarten zeigt sich allerdings eine statistisch signifikante Zunahme der Anzahl und der Biomasse von Alet, Hasel und Schleie. Signifikant zugenommen hat auch die gefangene Biomasse der Flussbarsche und Rotaugen.

Im Gegensatz dazu weisen Groppen eine signifikante Abnahme sowohl in der Anzahl als auch in der Biomasse auf. Schliesslich weisen Saiblinge eine signifikante Abnahme der gefangenen Anzahl Individuen

auf. Alle weiteren Fischarten zeigen keine statistisch signifikanten Trends.

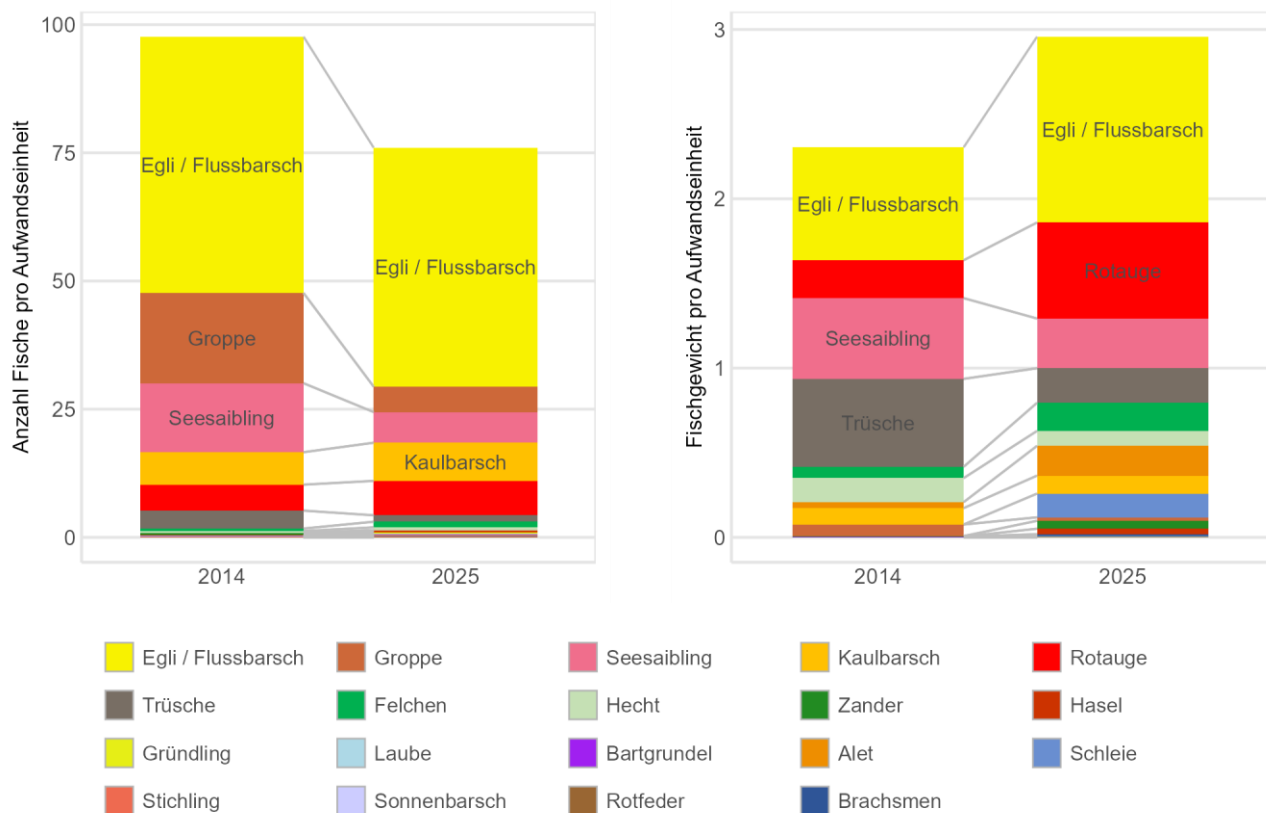


Abbildung 4-20. Veränderung des Fangs pro Aufwandseinheit in benthischen Netzen des gesamten Vierwaldstättersees zwischen den Erhebungen von 2014 und 2025. Der Aufwand wird pro 1000 m² Kiemennetz angegeben. Das Fischgewicht wird in Kilogramm angegeben.

Tabelle 4-4. Zusammenfassung der artspezifischen Veränderungen des Fangs pro Aufwandseinheit im benthischen Habitat des Vierwaldstättersees zwischen den Befischungen von 2014 und 2025. Die Fänge wurden mittels benthischer Bodennetze erhoben. +Inf bei der Veränderung entsteht dann, wenn eine Art 2014 nicht nachgewiesen wurde, im Jahr 2025 aber schon. Dann kann keine prozentuale Veränderung berechnet werden. Das Fischgewicht (BPUE) wird in Gramm angegeben.

Art	NPUE				BPUE			
	2014	2025	Veränderung	Signif	2014	2025	Veränderung	Signif
GESAMT ALLE ARTEN	98	76	-22%	Nein	2304.0	2958	28%	Nein
Groppe	17.6	4.9	-72%	Ja	68.3	20.6	-70%	Ja
Seesaibling	13.5	6	-56%	Ja	476.9	293.4	-38%	Nein
Alet	0.04	0.2	428%	Ja	35.3	175.8	398%	Ja
Hasel	0.04	0.3	824%	Ja	1.0	32.1	3123%	Ja
Schleie	0	0.1	+Inf	Ja	0.0	140.1	+Inf	Ja
Egli / Flussbarsch	50	46.6	-7%	Nein	667.3	1097.7	64%	Ja
Rotaugen	5.1	6.7	33%	Nein	223.8	567.4	153%	Ja
Laube	0.09	0.2	101%	Nein	1.9	1.4	-28%	Nein
Trüsche	3.5	1.3	-64%	Nein	519.4	204.3	-61%	Nein
Kaulbarsch	6.3	7.4	18%	Nein	96.8	106.3	10%	Nein
Stichling	0	0.09	+Inf	Nein	0.0	0.09	+Inf	Nein
Hecht	0.4	0.6	57%	Nein	142.0	88.1	-38%	Nein
Brachse	0	0.02	+Inf	Nein	0.0	13	+Inf	Nein
Gründling	0.04	0.3	733%	Nein	0.3	2	500%	Nein
Bartgrundel	0.2	0.03	-88%	Nein	1.3	0.1	-90%	Nein
Sonnenbarsch	0	0.04	+Inf	Nein	0.0	1.5	+Inf	Nein
Felchen	0.5	1.1	126%	Nein	66.9	166.2	148%	Nein
Zander	0.5	0.02	-95%	Nein	3.2	46.7	1382%	Nein
Rotfeder	0	0.02	+Inf	Nein	0.0	1.1	+Inf	Nein

4.2.4.2 Freiwasserzone: Vertikale Netze

Der pelagische Lebensraum weist ein deutlich größeres Volumen auf als die benthischen und litoralen Habitate. Folglich haben die in diesem Habitat beobachteten Veränderungen einen starken Einfluss auf die Ergebnisse auf Ebene des gesamten Sees (siehe Kapitel 4.2.3).

Wenn die pelagische Zone betrachtet wird, zeigt sich über alle Fischarten betrachtet zwischen 2014 und 2025 eine statistisch signifikante Zunahme der Biomasse der gefangenen Fische. Demgegenüber zeigen die Daten keine signifikante Veränderung der Anzahl gefangener Fische (Abbildung 4-21, Tabelle 4-5).

Auf der Ebene der einzelnen Arten wird eine signifikante Zunahme der Anzahl an Forellen beobachtet, jedoch nicht ihrer Biomasse.

Bei der Biomasse fällt allgemein auf, dass diese bei vielen Arten zugenommen hat, allerdings ist der Vergleich der Ergebnisse von 2025 mit denen von 2014 für alle artspezifischen Vergleiche nicht statistisch signifikant. Die nicht signifikanten Ergebnisse bedeuten nicht, dass es keine Zunahme der Biomasse gab, sondern lediglich, dass diese auf der Ebene der einzelnen Arten statistisch nicht mit 95% Sicherheit nachgewiesen werden kann. Das Ergebnis ist allerdings über alle Fischarten betrachtet signifikant, was bedeutet, dass die Biomasse zwischen den beiden Untersuchungen doch beträchtlich zugenommen hat.



Abbildung 4-21. Veränderung des Fangs pro Aufwandseinheit in Vertikalnetzen des gesamten Vierwaldstättersees zwischen den Erhebungen von 2014 und 2025. Der Aufwand wird pro 1000 m² Kiemennetz angegeben. Das Fischgewicht wird in Kilogramm angegeben.

Tabelle 4-5. Zusammenfassung der artspezifischen Veränderungen des Fangs pro Aufwandseinheit in der Freiwasserzone des Vierwaldstättersees zwischen den Befischungen von 2014 und 2025. Die Fänge wurden mittels vertikalen Netzen erhoben. +Inf bei der Veränderung entsteht dann, wenn eine Art 2014 nicht nachgewiesen wurde, im Jahr 2025 aber schon. Dann kann keine prozentuale Veränderung berechnet werden. Das Fischgewicht (BPUE) wird in Gramm angegeben.

Art	NPUE				BPUE			
	2014	2025	Veränderung	Signif	2014	2025	Veränderung	Signif
GESAMT ALLE ARTEN	10	11	7%	Nein	523.0	1058	102%	Ja
Forelle	0	0.2	+Inf	Ja	0.0	152.4	+Inf	Nein
Laube	0.8	1.9	138%	Nein	16.4	38.3	133%	Nein
Egli / Flussbarsch	0.8	2.6	231%	Nein	32.4	126.8	292%	Nein
Kaulbarsch	0	0.01	+Inf	Nein	0.0	0.3	+Inf	Nein
Rotaugen	0.2	0.3	46%	Nein	14.4	41.8	191%	Nein
Hecht	0.007	0.03	302%	Nein	0.5	1.1	107%	Nein
Alet	0	0.007	+Inf	Nein	0.0	7.9	+Inf	Nein
Seesaibling	2.8	1.4	-49%	Nein	152.9	135	-12%	Nein
Felchen	5.6	4.5	-20%	Nein	305.9	554.3	81%	Nein

4.2.4.3 Uferzone: Elektrische Befischungen

Wenn ausschliesslich Fänge aus der Elektrofischerei im Uferbereich betrachtet werden, wurden 2025 etwa 51 % weniger Fische am Ufer gefangen als noch 2014 (Abbildung 4-22, Tabelle 4-6). Dieser Unterschied ist jedoch nicht statistisch signifikant. Dies deutet darauf hin, dass der Unterschied daher rührt, dass im Jahr 2014 an wenigen Standorten deutlich mehr Fische gefangen wurden als 2025 und nicht generell entlang des Ufers. Auffallend ist dabei z.B. ein Standort, bei dem 2014 in einer Befischung 150 Lauben gefangen wurden. Der Unterschied dürfte daher von diesen wenigen Stellen verursacht worden sein

und nicht durch eine generelle Abnahme des Fischbestands am Ufer des Vierwaldstättersees.

Auf der Ebene der einzelnen Arten wird eine signifikante Zunahme der Anzahl Gründlinge festgestellt, sowohl in Bezug auf die Individuenzahl als auch in Bezug auf die Biomasse. Demgegenüber ist die Anzahl Forellen und die Biomasse der gefangenen Trübschen signifikant rückläufig. Alle weiteren Differenzen sind statistisch nicht signifikant und werden durch die Variabilität des Fangerfolgs der einzelnen Arten an verschiedenen befischten Standorten verursacht (Tabelle 4-6).

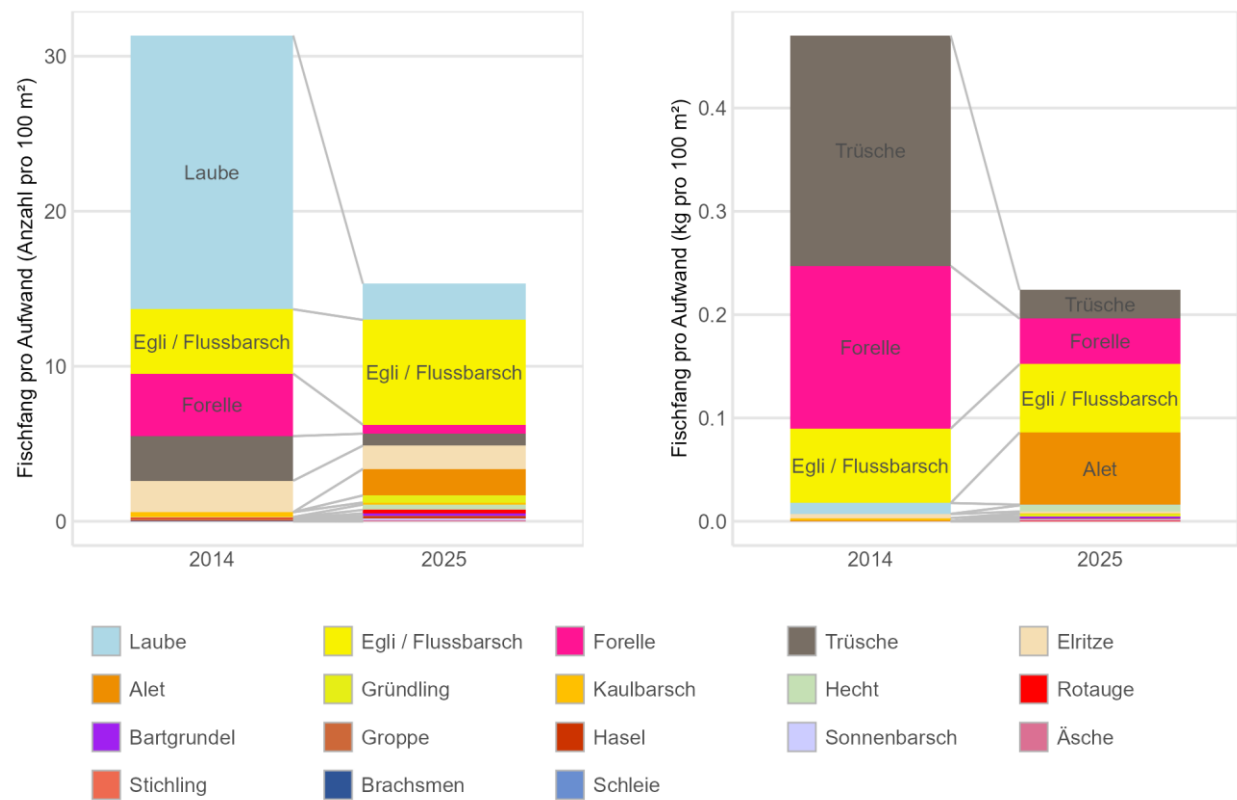


Abbildung 4-22. Veränderung des Fangs pro Aufwandseinheit in elektrischen Befischungen des gesamten Vierwaldstättersees zwischen den Erhebungen von 2014 und 2025.

Tabelle 4-6. Zusammenfassung der artspezifischen Veränderungen des Fangs pro Aufwandseinheit am Ufer des Vierwaldstättersees zwischen den Befischungen von 2014 und 2025. Die Fänge wurden mittels Elektrofischerei entlang der Uferzone erhoben. +Inf bei der Veränderung entsteht dann, wenn eine Art 2014 nicht nachgewiesen wurde, im Jahr 2025 aber schon. Dann kann keine prozentuale Veränderung berechnet werden. Das Fischgewicht (BPUE) wird in Gramm angegeben.

Art	NPUE				BPUE			
	2014	2025	Veränderung	Signif	2014	2025	Veränderung	Signif
GESAMT ALLE ARTEN	31	15	-51%	Nein	470.0	224	-52%	Nein
Forelle	4	0.6	-86%	Ja	157.0	44	-72%	Nein
Gründling	0.003	0.5	13283%	Ja	0.0	2	72340%	Ja
Trüsche	3	0.8	-73%	Nein	223.0	28	-88%	Ja
Laube	18	2	-87%	Nein	10.0	0.7	-93%	Nein
Egli / Flussbarsch	4	7	63%	Nein	72.0	66	-8%	Nein
Elritze	2	2	-26%	Nein	4.0	2	-51%	Nein
Kaulbarsch	0.3	0.1	-57%	Nein	3.0	0.4	-85%	Nein
Groppe	0.1	0.04	-61%	Nein	0.3	0.02	-93%	Nein
Rotaugen	0.06	0.2	269%	Nein	0.0	0.6	4549%	Nein
Stichling	0.06	0	-100%	Nein	0.1	0	-100%	Nein
Hecht	0.03	0.3	1125%	Nein	0.2	6	2538%	Nein
Brachsmen	0.03	0	-100%	Nein	0.0	0	-100%	Nein
Bartgrundel	0	0.2	+Inf	Nein	0.0	2	+Inf	Nein
Alet	0	2	+Inf	Nein	0.0	70	+Inf	Nein
Hasel	0	0.1	+Inf	Nein	0.0	1	+Inf	Nein
Schleie	0	0	0%	Nein	0.0	0	0%	Nein
Sonnenbarsch	0	0.1	+Inf	Nein	0.0	0.8	+Inf	Nein
Äsche	0	0.06	+Inf	Nein	0.0	0.7	+Inf	Nein

4.2.4.4 Tiefenverteilung

Die höchste Fischdichte über alle Arten hinweg wird in den Grundnetzen zwischen 0 und 20 m Tiefe beobachtet, wobei Fische in allen Tiefen gefangen wurden (Abbildung 4-23). In den vertikalen pelagischen

Netzen konzentrieren sich die Fänge hauptsächlich zwischen der Oberfläche und 50 m Tiefe, mit Vorkommen bis > 200 m Tiefe und das sowohl 2014 als auch 2025.

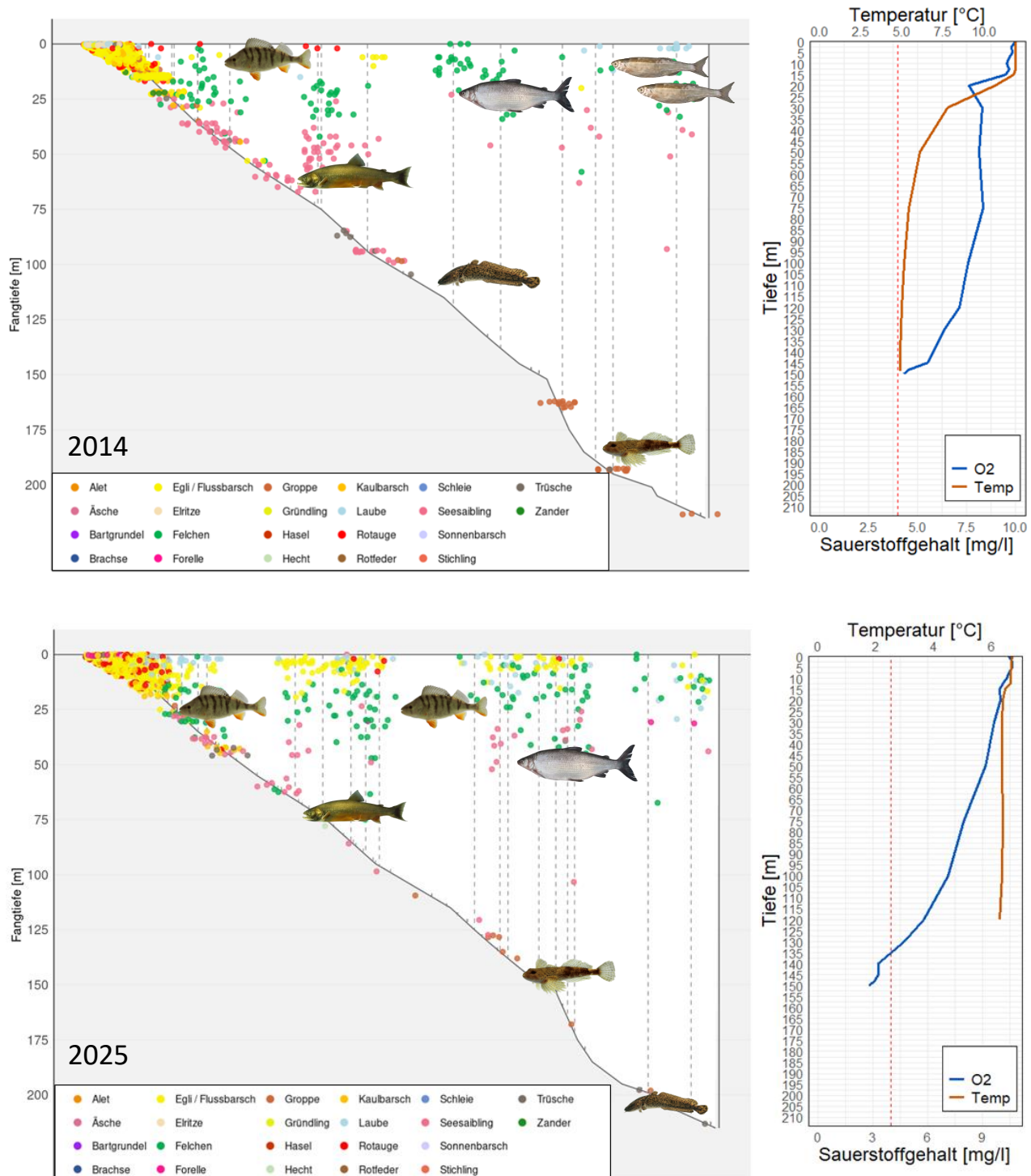


Abbildung 4-23. Links: Dargestellt sind die mit Vertikalnetzen gefangenen Fische (Punkte) als Kombination zwischen Fangtiefe (Y-Achse) und geografischer Verteilung (Tiefe, in der ein Netz gesetzt wurde, X-Achse). Rechts: Sauerstoff- und Temperaturprofile zum Zeitpunkt der Befischung.

Felchen

Felchen wurden in den benthischen Netzen zwischen 12 und 75 m gefangen, mit einer maximalen Abundanz zwischen 20 und 35 m. In den vertikalen pelagischen Netzen wurden sie von der Oberfläche bis etwa 75 m Tiefe beobachtet (Abbildung 4-24, Abbildung 4-23). Die Tiefenverteilung war in den beiden Untersuchungsjahren recht ähnlich. Oberflächennah wurden 2014 jedoch etwas mehr Felchen gefangen.

Flussbarsch

Flussbarsche waren in den benthischen Netzen hauptsächlich in oberflächennahen Bereichen zwischen 0 und 20 m vertreten. In den vertikalen pelagischen Netzen wurden sie hauptsächlich zwischen 0 und 12 m gefangen (Abbildung 4-25, Abbildung 4-23). Die Tiefenverteilungen waren in den beiden Untersuchungsjahren ebenfalls vergleichbar. Im Pelagial wurden allerdings 2025 deutlich mehr Flussbarsche beobachtet als noch 2014.

Seesaibling

Seesaiblinge traten in den benthischen Netzen entlang des Tiefengradienten sehr verbreitet von 12 bis 150 m auf. In den vertikalen pelagischen Netzen wurden sie zwischen 20 und 125 m beobachtet (Abbildung 4-26, Abbildung 4-23). Allerdings wurde kein Saibling tiefer als 150 m gefangen. 2025 wurden etwas mehr Seesaiblingen in Tiefen > 100 m gefangen als 2014. Demgegenüber wurden 2014 deutlich mehr Felchen in Tiefen < 100 m gefangen.

Alle artspezifischen Grafiken zur Tiefenverteilung sind im Anhang zu finden (siehe Kapitel 11.6.1). Folgende artspezifische Beobachtungen können gemacht werden:

- Alet, Schmerle, Brachsme, Gründling und Rotfeder wurden oberflächennah gefangen, hauptsächlich zwischen 0 und 3 m Tiefe.
- Lauben wurden zwischen 0 und 3 m im benthischen Habitat gefangen. In pelagischen Vertikalnetzen wurden sie allerdings bis in Tiefen von 35 m nachgewiesen.
- Hecht, Rotaugen und Schleie wiesen eine etwas grössere Tiefenverbreitung auf und wurden in Tiefen zwischen 0 und 20 m gefangen.
- Sonnenbarsche wurden ebenfalls eher ufernah in Tiefen von 0 bis 6 m gefangen.
- Kaulbarsche wiesen wie in vielen Seen eine grosse Tiefenverbreitung auf und wurden zwischen 0 und 50 m in Grundnähe gefangen.
- Forellen wurden zwischen 20 und 35 m im Pelagial gefangen. Sie schichten sich also unterhalb der Felchen im See ein, in einer vergleichbaren Tiefe, die auch von Seesaiblingen bevorzugt wurde.
- Trübschen wurden zwischen 12 m und der maximalen Seetiefe beobachtet. Sie können also noch heute die gesamte Seetiefe besiedeln. Es fällt jedoch auf, dass 2025 in grossen Tiefen deutlich weniger Trübschen gefangen wurden als noch 2014 (Abbildung 4-23).
- Auch Groppen besiedelten die gesamte Seetiefe, wurden aber nicht in geringen Tiefen bis 20 m nachgewiesen.



Abbildung 4-24. Die Anzahl (NPUE) und die Veränderung der gefangenen Felchen, dargestellt für verschiedene Tiefen (oben: Grundnetze, unten: Vertikalnetze). Rechts ist die Differenz zwischen den beiden Kampagnen für jede Tiefenklasse dargestellt.

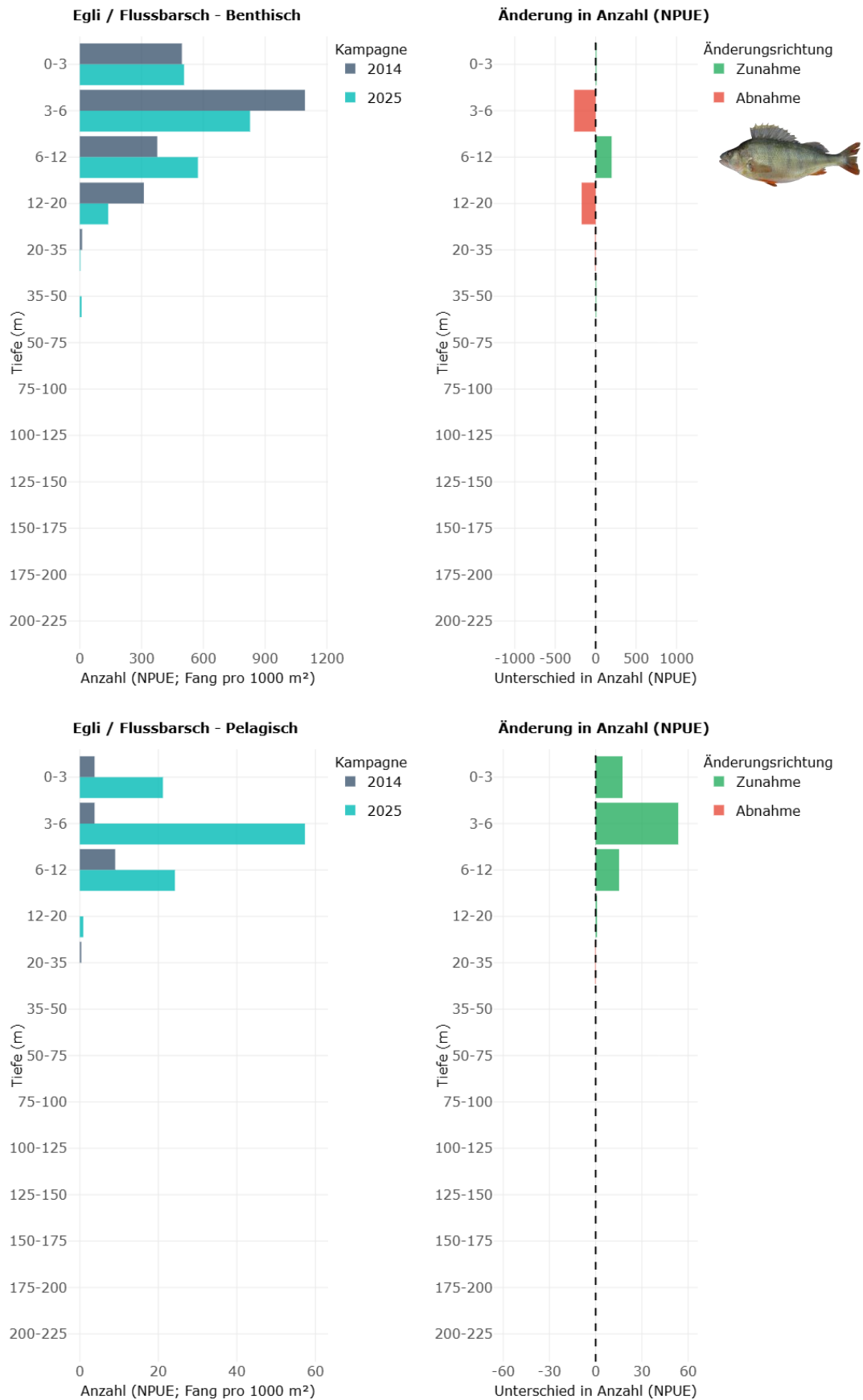


Abbildung 4-25. Die Anzahl (NPUE) und die Veränderung der gefangenen Flussbarsche, dargestellt für verschiedene Tiefen (oben: Grundnetze, unten: Vertikalnetze). Rechts ist die Differenz zwischen den beiden Kampagnen für jede Tiefenklasse dargestellt.

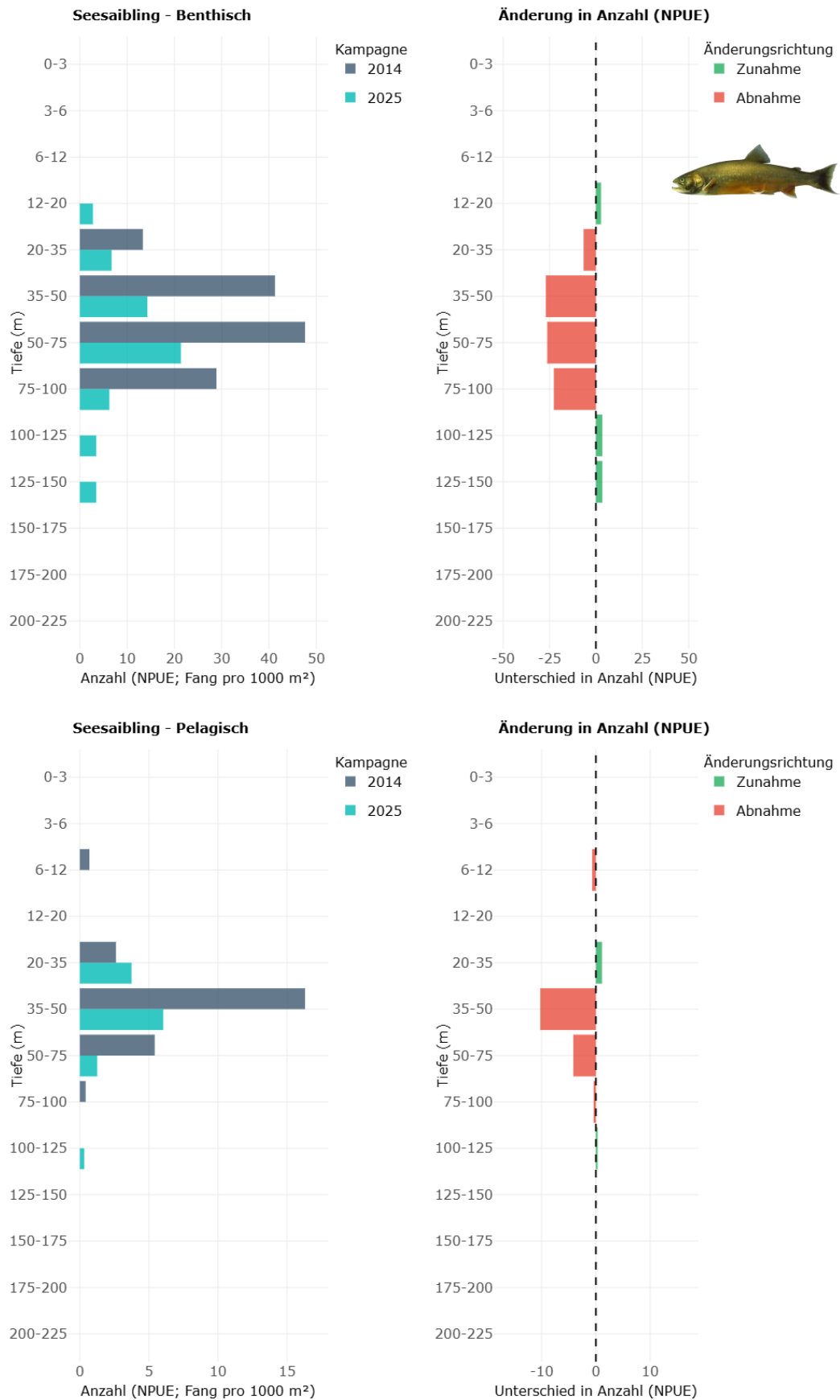


Abbildung 4-26. Die Anzahl (NPUE) und die Veränderung der gefangenen Seesaiblinge, dargestellt für verschiedene Tiefen (oben: Grundnetze, unten: Vertikalnetze). Rechts ist die Differenz zwischen den beiden Kampagnen für jede Tiefenklasse dargestellt.

4.2.4.5 Geografische Verteilung

Die geografische Verteilung der Fische liefert ein Abbild darüber, wie die Fische zum Zeitpunkt der Befischungen im See verteilt waren. Unterschiede zwischen den Jahren sollten nicht überbewertet werden, da die meisten Fischarten mobil sind und je nach z.B. Futterverfügbarkeit in verschiedenen Jahren an unterschiedlichen Standorten häufiger auftreten können. Zudem war der Befischungsaufwand in den beiden Jahren nicht gleich. So wurden 2025 etwas mehr benthische CEN-Netze ausgelegt und mehr Uferstrecken elektrisch befischt. Die Unterschiede zwischen den Jahren zeigen aber auf, wie wichtig es ist, dass alle Seebereiche befischt werden. Dies gilt insbesondere für grosse und strukturierte Seen wie dies beim Vierwaldstättersee mit den verschiedenen Seebecken der Fall ist. Nachfolgend werden einige auffällige Muster einzelner Fischarten dokumentiert. Die Verbreitungskarten aller gefangenen Arten können im Anhang (vgl. Kap. 11.7.1) eingesehen werden.

Flussbarsch

Die Verteilung der Flussbarsche zeigt, dass diese im gesamten See häufig waren, insbesondere in Ufernähe (Abbildung 4-27). Auf den ersten Blick scheinen Flussbarsche 2025 im See weiter verbreitet gewesen zu sein als noch 2014. Dies liegt allerdings daran, dass 2025 weniger Befischungen durchgeführt wurden als noch 2014. Grundsätzlich ist es so, dass Flussbarsche in beiden Jahren im See weit verbreitet waren.

Felchen

Felchen waren ebenfalls im gesamten See verbreitet und dominieren den pelagischen Lebensraum. In benthischen Netzen waren sie im Gersauer- und Urnersee sowie im Küsnachtersee besonders häufig (Abbildung 4-28). Im Vergleich zu 2014 wurden in der Luzerner Bucht keine Felchen mehr gefangen, und ihre Verteilung ist insgesamt etwas heterogener.

Seesaibling

Die Seesaiblinge waren in Grundnähe im gesamten See verbreitet (Abbildung 4-29). Im Pelagial war ihre

Verteilung allerdings heterogener und konzentrierte sich 2025 auf den Gersauer- und Urnersee. Interessanterweise waren Seesaiblinge 2025 im Pelagial im nordwestlichen Teil des Sees seltener geworden.

Gründling

Der Gründling war im Jahr 2025 im gesamten See häufiger, mit Nachweisen insbesondere in der Nähe des Reussdeltas sowie bei Brunnen, wo er 2014 noch fehlte (siehe Anhang, Abbildung 11-25). Die Art nahm auch in anderen Seebecken zu.

Elritze

Die Elritze wurde 2025 in Ufernähe im Süden des Sees (Gersauer- und Urnersee) häufiger nachgewiesen als noch 2014 (siehe Anhang, Abbildung 11-25).

Laube

Die Laube war 2025 hauptsächlich im Pelagial im Gersauer- und Urnersee anzutreffen. Im Vergleich zu 2014 ist ihre Häufigkeit insbesondere im Urnersee höher.

Rotaugen

Rotaugen (*Rutilus rutilus*) kamen im gesamten See verbreitet in Ufernähe vor. Wie auch beim Flussbarsch scheint die Art 2025 im gesamten See häufiger gewesen zu sein als 2014 (siehe Anhang, Abbildung 11-25). Allerdings gilt auch hier zu beachten, dass 2025 mehr CEN-Netze ausgelegt wurden und mehr elektrische Befischungen durchgeführt wurden.

Hecht

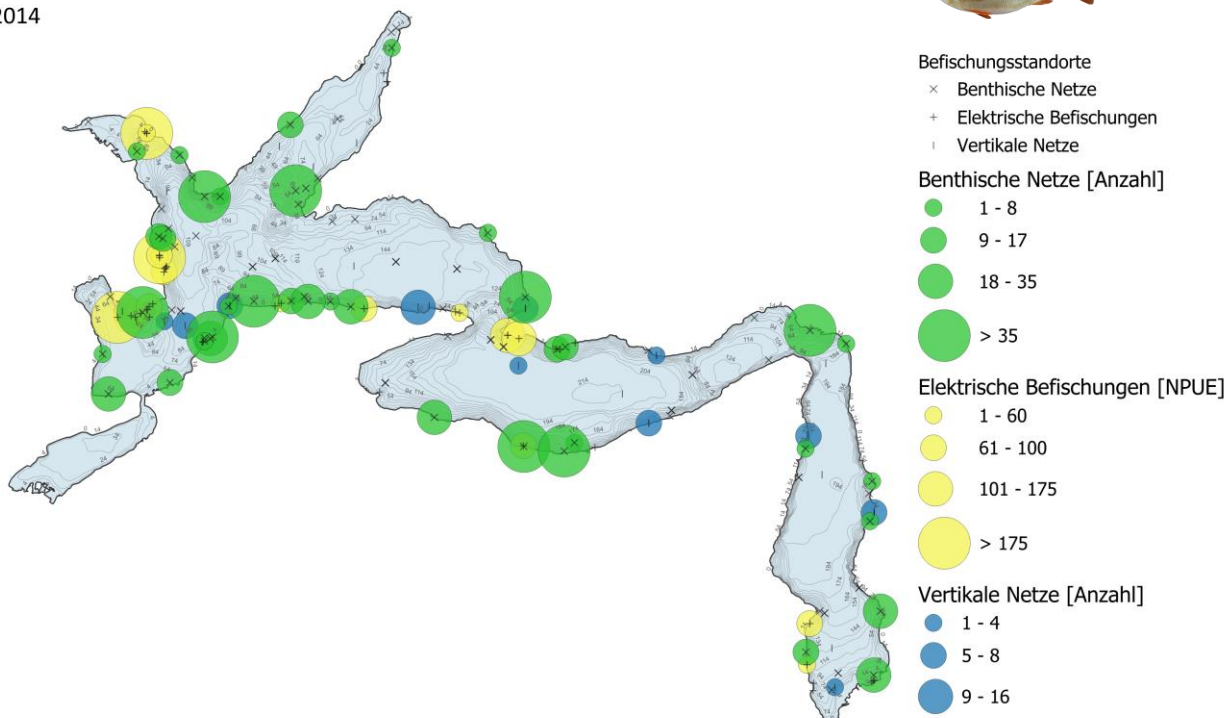
2025 konnten häufiger Hechte nachgewiesen werden als 2014, insbesondere im Nordwesten des Sees (siehe Anhang, Abbildung 11-25).

Rotfeder

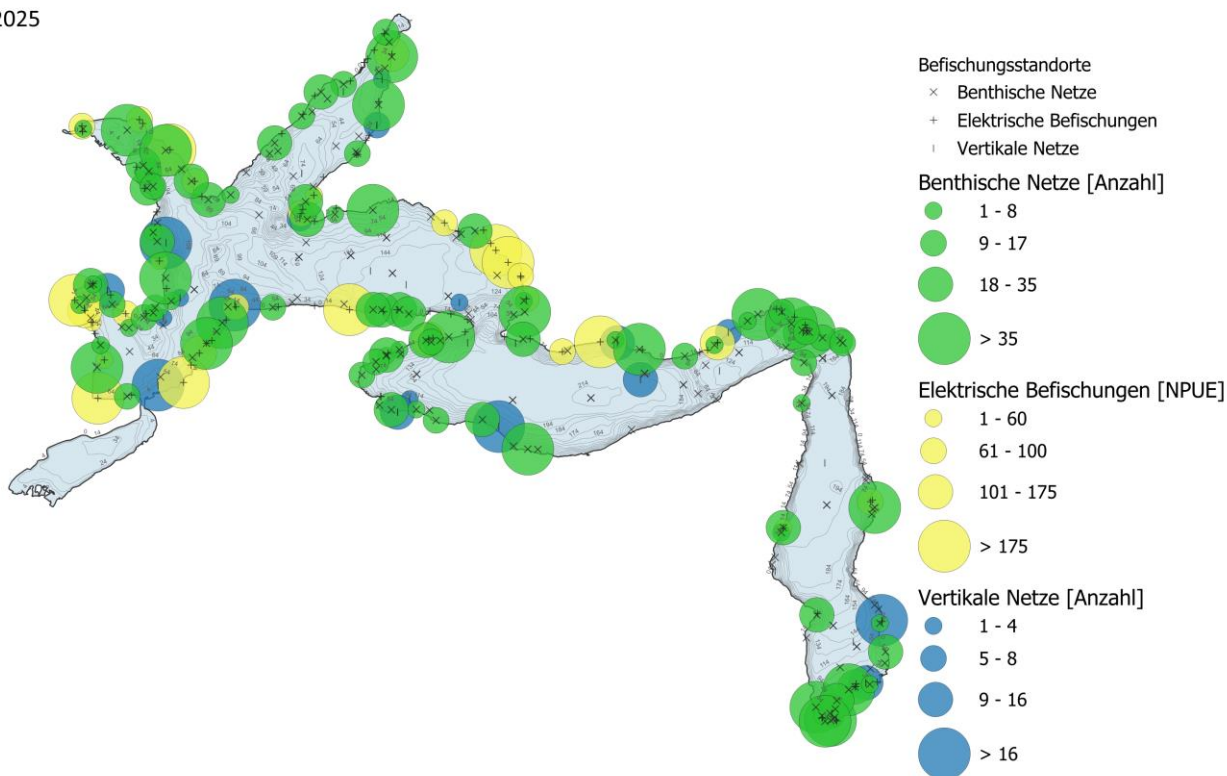
Die Rotfeder konnte 2025 im Luzerner und im Küsnachtersee nachgewiesen werden. 2014 gelang noch kein Nachweis dieser Fischart, jedoch 2018 im Alpachersee.

Flussbarsch (*Perca fluviatilis*)

2014

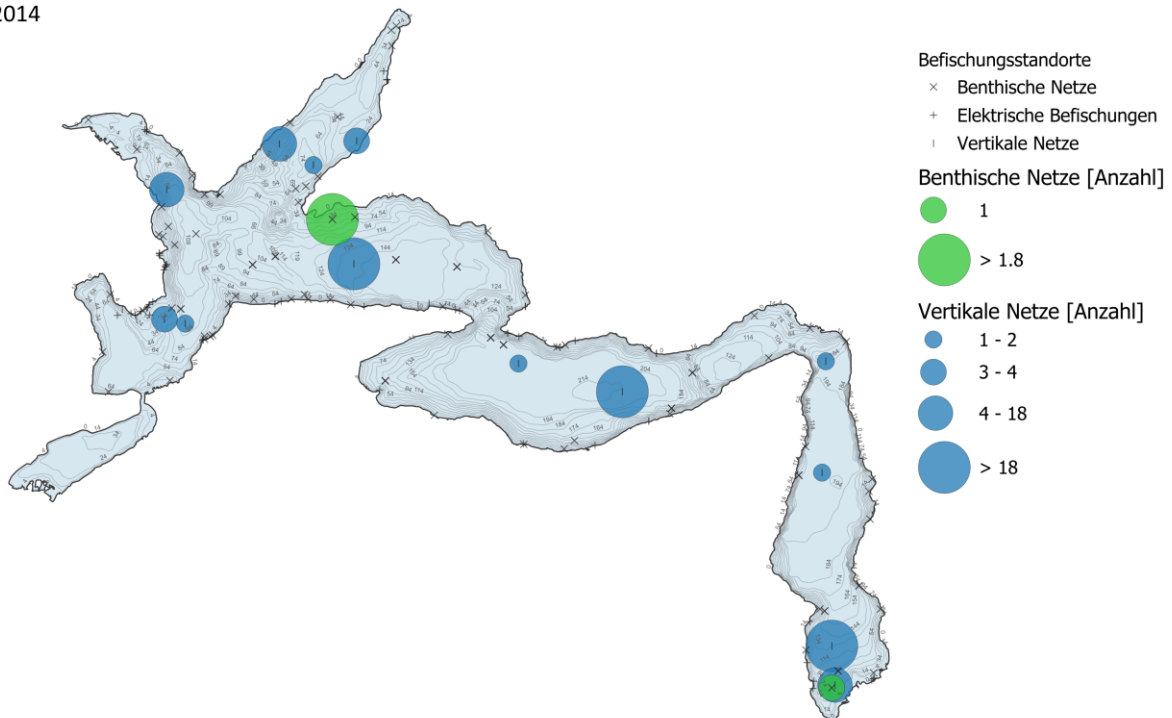
**Flussbarsch (*Perca fluviatilis*)**

2025

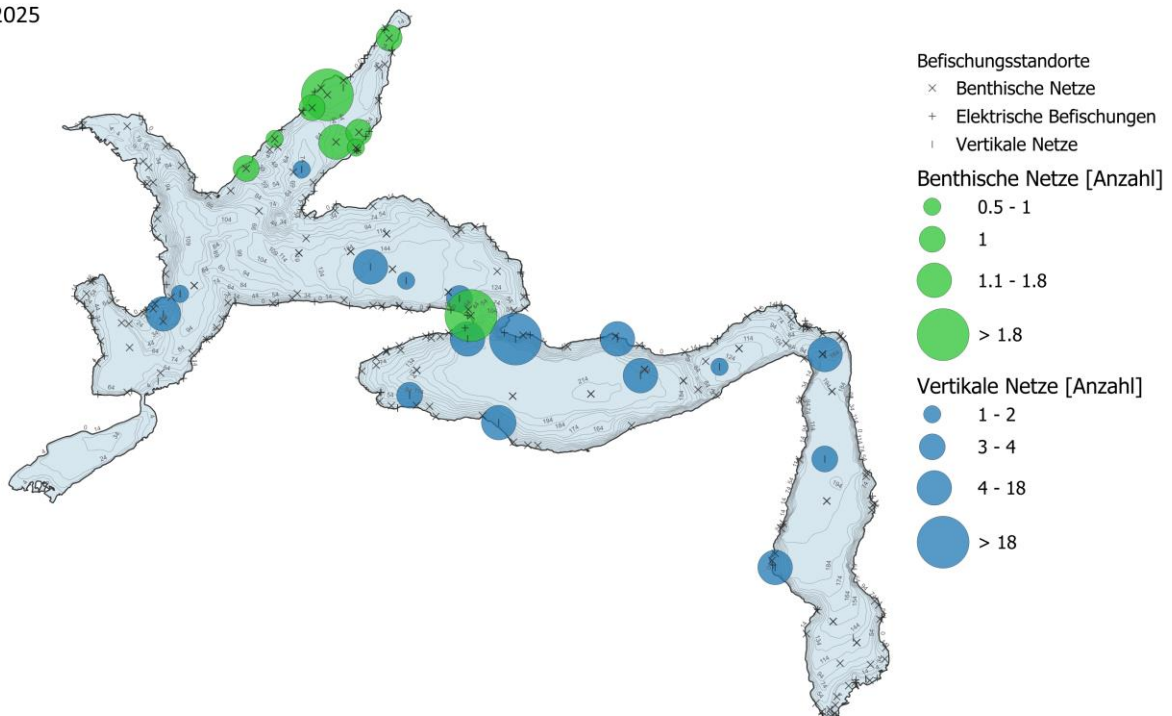
**Abbildung 4-27.** Geografische Verteilung der Flussbarschfänge im Vierwaldstättersee (alle Protokolle) im Jahr 2014 und 2025.

Felchen (*Coregonus* sp.)

2014

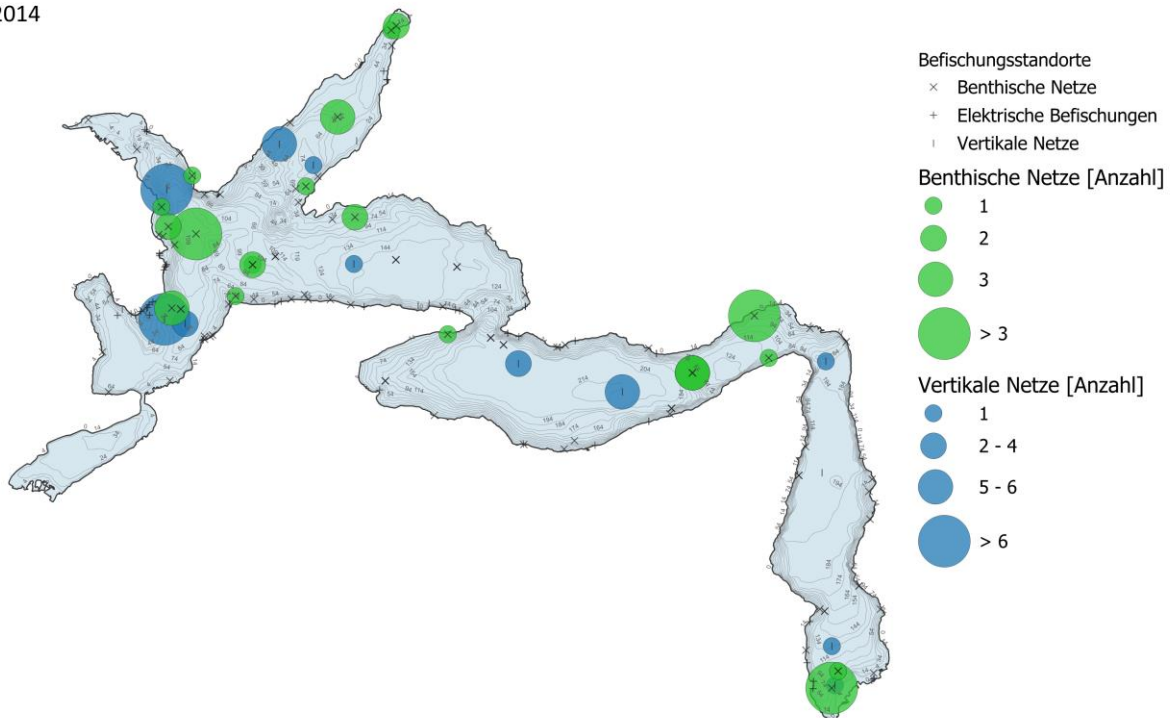
**Felchen (*Coregonus* sp.)**

2025

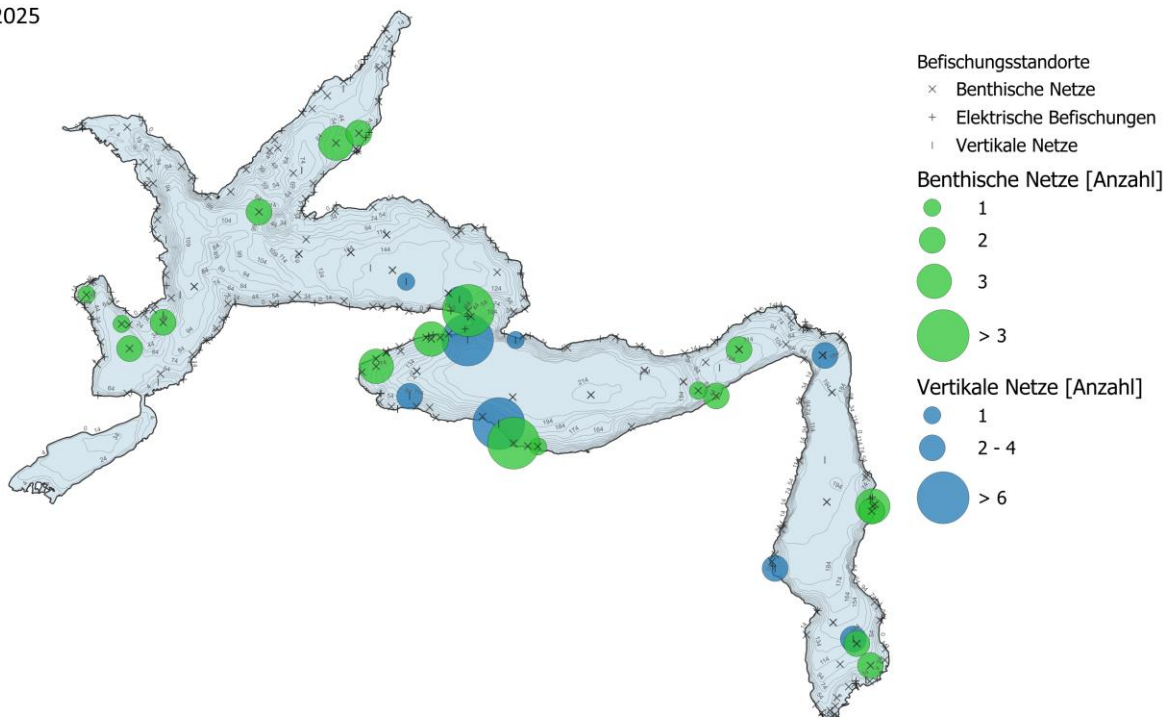
**Abbildung 4-28.** Geografische Verteilung der Felchenfänge im Vierwaldstättersee (alle Protokolle) im Jahr 2014 und 2025.

Seesaibling (Salvelinus sp.)

2014

**Seesaibling (Salvelinus sp.)**

2025

**Abbildung 4-29.** Geografische Verteilung der Seesaiblingfänge im Vierwaldstättersee (alle Protokolle) im Jahr 2014 und 2025.

4.2.5 Längenverteilung

Die Längenverteilung zeigt, dass kleine Felchen im Jahr 2025 relativ selten waren. Im Vergleich zu 2014 waren Individuen der Grössenklasse 20–28 cm seltener, während grössere Individuen (> 30 cm) häufiger waren (Abbildung 4-30). Da bei dieser Erhebung keine Differenzierung auf Artniveau vorgenommen wurde und die Wachstumsraten der verschiedenen

im Vierwaldstättersee vorkommenden Felchenarten variieren können, können artspezifische Grössenstrukturen teilweise überdeckt gewesen sein. Die vorliegende Grafik erlaubt daher weder die jeweiligen Beiträge der einzelnen Arten zu unterscheiden noch die demografische Struktur der verschiedenen Felchenarten präzise zu interpretieren.

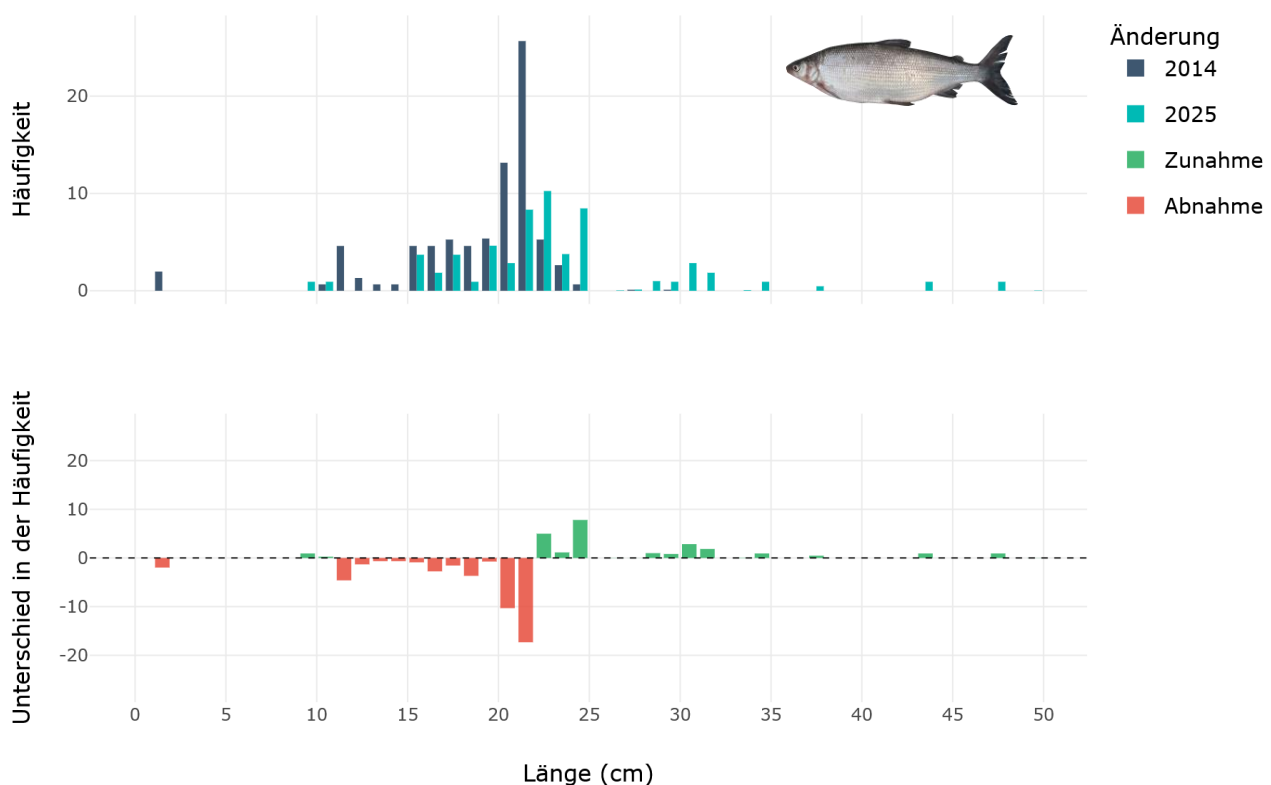


Abbildung 4-30. Längenverteilung der Felchen (oben) und die Veränderung von 2025 im Vergleich mit 2014 (unten).

Die Längenzusammensetzung des Flussbarschbestands zeigt 2014 und 2025 eine gesunde Struktur, mit einem hohen Anteil an juvenilen und adulten Individuen (Abbildung 4-31). 2025 wurden allerdings

deutlich mehr grosse Flussbarsche nachgewiesen als noch 2014. Etwas weniger vertreten waren 2025 Flussbarsche, die zwischen 9 und 12 cm lang waren. Dabei dürfte es sich um die 1+-Kohorte handeln.

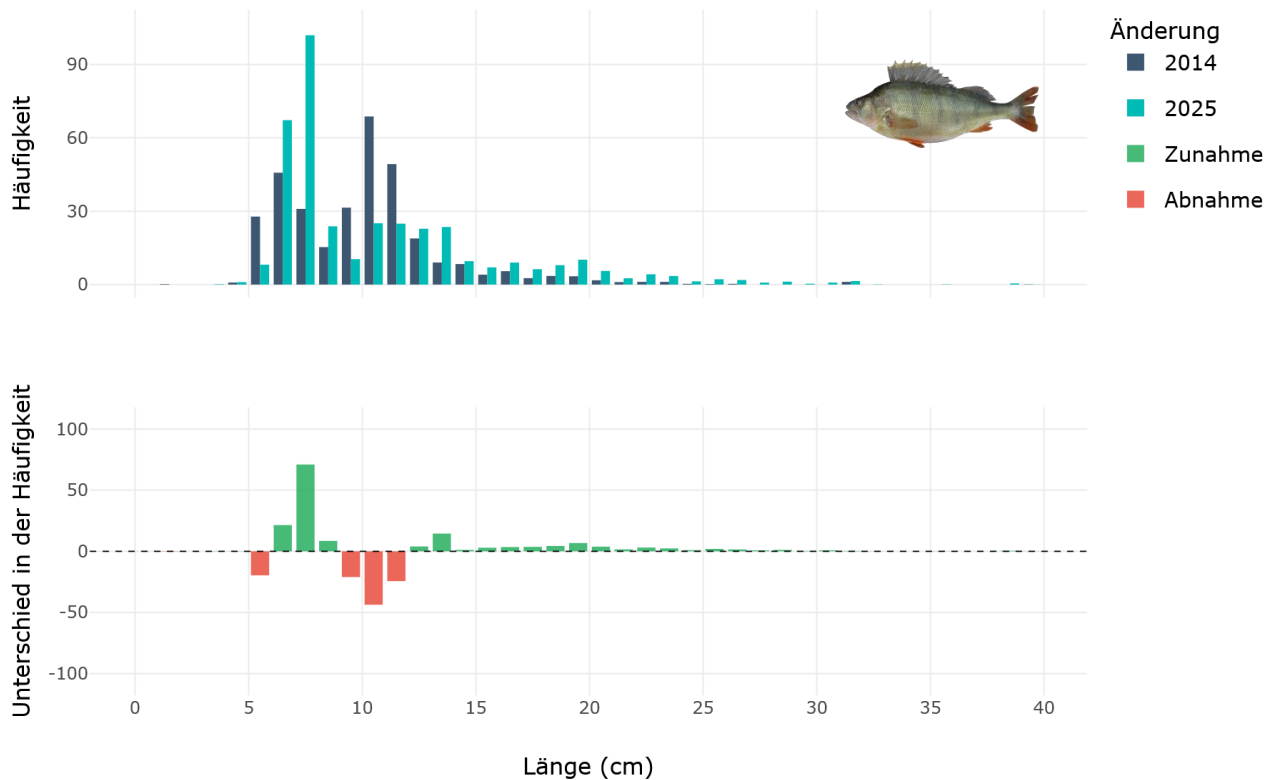


Abbildung 4-31. Längenverteilung der Flussbarsche (oben) und die Veränderung von 2025 im Vergleich mit 2014 (unten).

4.2.6 Körperkondition der Fische

Für einige Arten des Vierwaldstättersees zeigt die Analyse des Fulton-Konditionsfaktors (K) signifikante Veränderungen zwischen 2014 und 2025. Beim Rotauge ist der Konditionsfaktor 2025 für alle untersuchten Grössenklassen signifikant höher (Abbildung 4-32). Beim Kaulbarsch wird für die Grössenklasse 10–19,9 cm eine signifikante Abnahme des Konditionsfaktors festgestellt.

Beim Seesaibling ist der Konditionsfaktor für Individuen der Grössenklasse 10–19,9 cm niedriger, während er für diejenigen der Grössenklasse 20–29,9 cm

signifikant höher ist. Für alle anderen untersuchten Fischarten konnten keine signifikanten Unterschiede in der Kondition der Fische nachgewiesen werden.

Diese Resultate zeigen, dass die Veränderungen des Konditionsfaktors je nach Art und Grössenklasse unterschiedlich ausfallen, was auf artspezifische Reaktionen auf die Umwelt- oder trophischen Bedingungen des Sees hindeutet. Es ist jedoch zu beachten, dass auch der Reifezustand der Individuen diese Werte beeinflussen kann. Bei den Seesaiblingen waren z.B. einige Individuen laichreif.

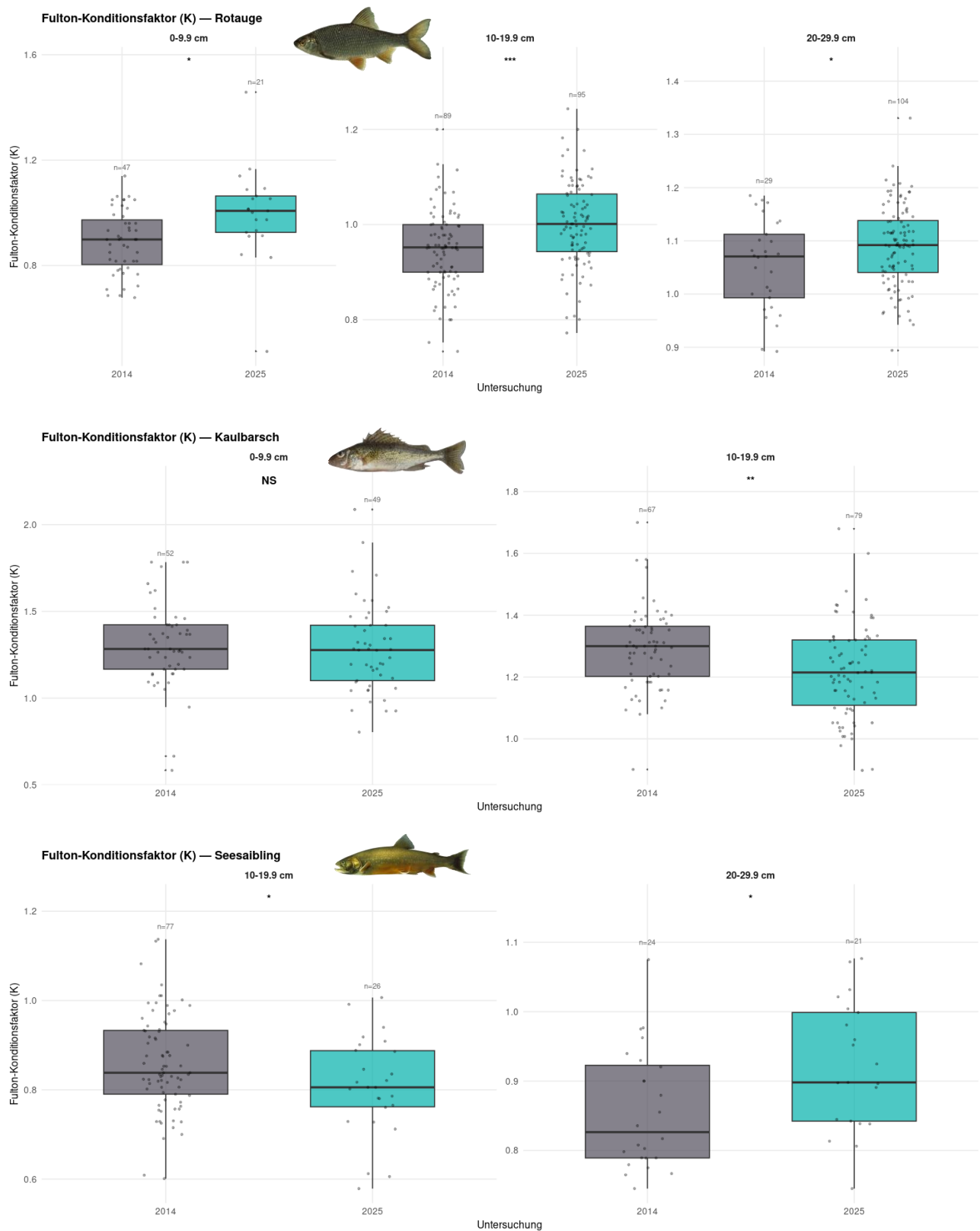


Abbildung 4-32. Vergleich des Konditionsindexes für Rotaugen, Kaulbarsch und Seesaibling im Vierwaldstättersee zwischen 2014 und 2025 (* $p < 0.05$, ** $p < 0.01$, *** $p < 0.001$, NS = nicht signifikant).

4.2.7 Vergleich Artenzusammensetzung mit Fangstatistik der Berufsfischer

Der Vergleich der relativen Häufigkeiten der Fischarten in den Fängen der Berufsfischer mit den Ergebnissen der standardisierten Befischung zeigt ein sehr unterschiedliches Abbild der Artenzusammensetzung im See. So ist der Anteil Felchen in den Berufsfischerfängen viel höher als in den standardisierten Untersuchungen. Demnach wird der Anteil Felchen am Fischbestand im See durch die gewollte Selektivität der Netzfischerei auf Felchen überschätzt, wäh-

rend andere Fischarten in den Fangstatistiken unterschätzt oder nicht nachgewiesen werden (Abbildung 4-33).

Dieser Vergleich zeigt, dass standardisierte Befischungen unerlässlich sind, um eine quantitativ vergleichbare Abschätzung der Artenzusammensetzung der Fische zu erhalten und deren Entwicklung über die Zeit zu verfolgen.

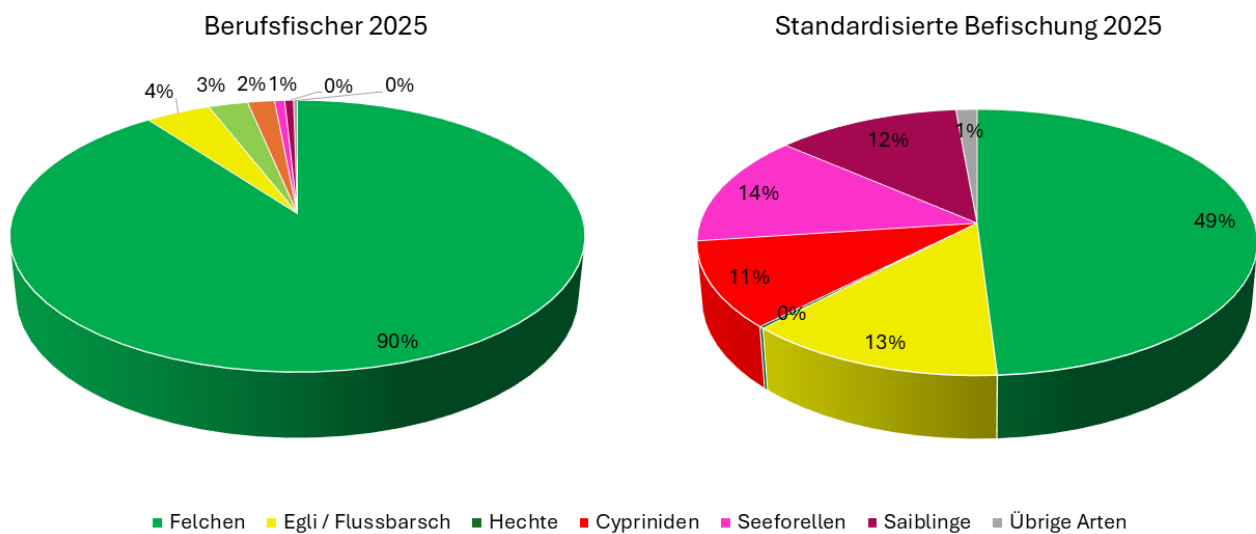


Abbildung 4-33. Anteil der verschiedenen Fischarten im Fang der Berufsfischerfänge und der standardisierten Befischungen (volumenkorrigierte Biomasse) im Jahr 2025.

5 Alpnachersee

5.1 Ausgangslage

Der Alpnachersee hat eine Fläche von 4.67 km² (467.2 ha) und liegt in den Kantonen Ob- und Nidwalden in der Zentralschweiz. Er ist ca. 4.8 km lang und 1.4 km breit. Der See liegt auf 434 m ü. M. und weist eine maximale Tiefe von 35 m auf.

Er liegt in einem von Gletschern ausgeschliffenen Tal. Nach der letzten Eiszeit war der Alpnachersee zusammen mit dem Sarnersee Teil des Vierwaldstättersees. Zusammen bildeten sie die Alpnacherbucht [19]. Die wichtigsten Zuflüsse sind die Sarner Aa und die Kleine Schliere (Abbildung 5-1).

Der Alpnachersee ist mit einer knapp 100 m breiten Verbindung, der Acheregg bei Stansstad, mit dem übrigen Vierwaldstättersee verbunden. Der Lopper (ein Ausläufer des Pilatusmassivs) schiebt sich zwischen Alpnachersee und Horwer Bucht. Der Alpnachersee ist deshalb etwas stärker getrennt von den übrigen sechs Teilbecken des Vierwaldstättersees. Zudem ist der Alpnachersee viel weniger tief und weist eine andere limnologische Charakteristik auf als alle anderen Teilbecken. Aus diesem Grund ist eine getrennte Betrachtung dieses Seebeckens aus fischökologischer Sichtweise notwendig und sinnvoll.

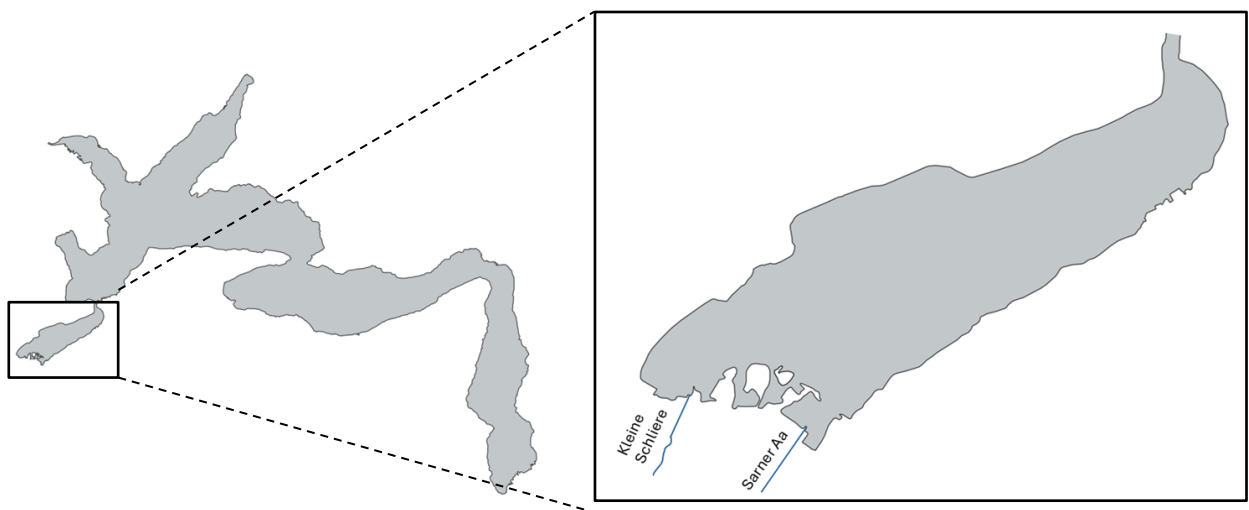


Abbildung 5-1. Der Alpnachersee mit seinen wichtigsten Zuflüssen, der Sarner Aa und der Kleinen Schliere (Grafik © Swisstopo).

5.1.1 Uferhabitate

Das Litoral des Alpnachersees bietet vielfältige und attraktive Lebensräume für Fische (Abbildung 5-2). Seine Ausprägung variiert jedoch stark je nach Abschnitt. Im Nordosten wird es von feinsedimentigen Uferbereichen und Wasserpflanzen dominiert. Das Südufer besteht hauptsächlich aus natürlichen Blöcken am Fuss des Mueterschwanderbergs, während das Nordufer auf seiner gesamten Länge stark verbaut ist.

Neuere Revitalisierungsarbeiten haben die ökologische Situation an diesem Ufer jedoch verbessert, insbesondere durch die Schaffung einer flach geneigten Uferzone und die Anpflanzung von Schilf im Bereich «Lihren». Im Südwesten bieten die Deltas der Sarner Aa und der Kleinen Schliere vielfältige Lebensräume und stellen den ökologischen «Hotspot» des Sees dar. Das Delta der Sarner Aa, das in der Vergangenheit stark beeinträchtigt war, ist derzeit Gegenstand

eines umfangreichen Revitalisierungsprojekts (ASA und ASA+), das darauf abzielt, Flachwasserzonen und Niedermoore wiederherzustellen. Ein Teil dieser Arbeiten wurde bereits umgesetzt, insbesondere im

Bereich der «Mündungsbucht» an der Mündung der Sarner Aa [20].

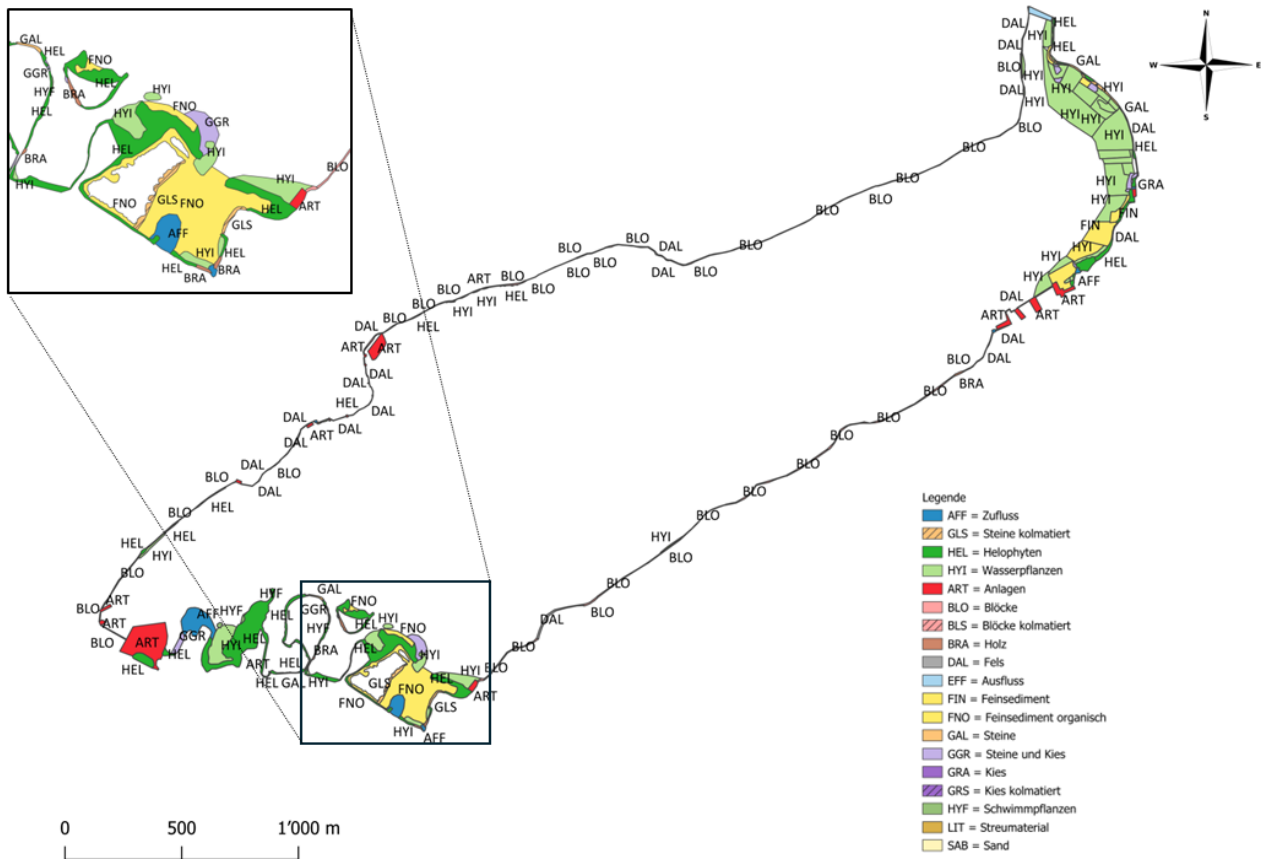


Abbildung 5-2. Karte der literalen Habitate des Alpachersee, mit dem Delta der Sarner Aa, das Gegenstand umfangreicher Revitalisierungsprojekte ist.

5.1.1.1 Vergleich 2018-2025

Die erneute Kartierung der Uferhabitate im Jahr 2025 ermöglicht einen Vergleich mit denjenigen von 2018 (Abbildung 5-3). Geringfügige Veränderungen sind vor allem am südlichen und südwestlichen Ufer des Sees zu beobachten, die hauptsächlich auf die im vorherigen Kapitel erwähnten Revitalisierungsarbeiten zurückzuführen sind.

Die Flächen verschiedener Lebensräume wie Zuflüsse sowie Kies- und Schotterbereiche haben leicht

zugunommen, insbesondere in der Nähe der Mündung der Sarner Aa und der Kleinen Schliere. Die Gesamtfläche der feinen Sedimente hat hingegen abgenommen, was überwiegend auf die Aufschüttung der Mündungsbucht [18] zurückzuführen ist, die 2018 noch eine Fläche mit feinen Sedimenten darstellte. Der übrige Uferbereich ist insgesamt weitgehend vergleichbar mit dem Zustand von 2018.

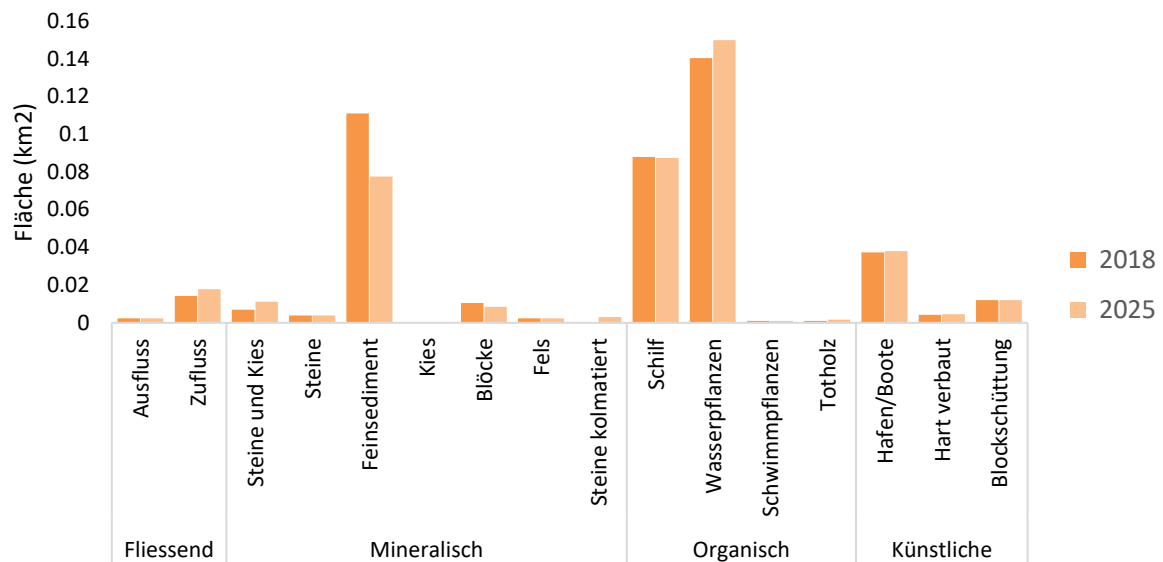


Abbildung 5-3. Flächenanteile der verschiedenen littoralen Habitate im Alpnachersee – Vergleich zwischen 2018 und 2025.

5.1.2 Ökomorphologie Seeufer

Die Uferlinie des Alpnachersees befindet sich auf 50 % ihrer Länge in einem ökomorphologisch unzureichenden Zustand. Natürliche Uferabschnitte finden sich hauptsächlich am Süd- und Südwestufer des Sees (Abbildung 5-4). Das Nordufer ist hingegen über seine gesamte Länge beeinträchtigt und weist zahlreiche künstliche Uferverbauungen auf.

Weitere Beeinträchtigungen sind in der Nähe von Alpnachstad im Südosten sowie bei Stansstad im Nordwesten, insbesondere durch eine grössere Hafenanlage vorzufinden.

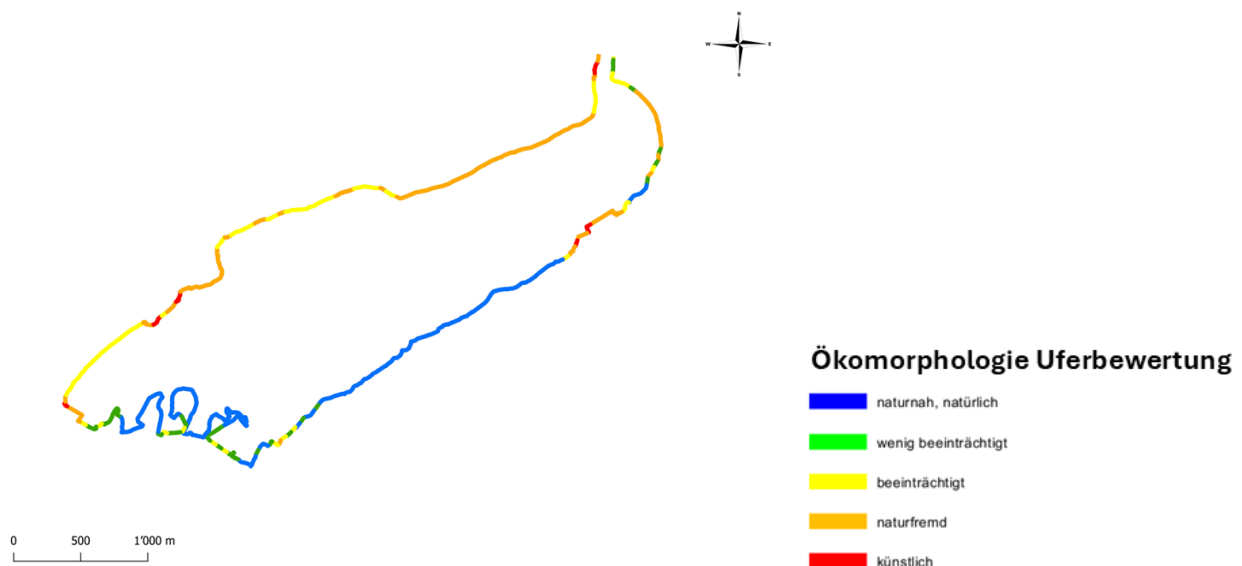


Abbildung 5-4. Ökomorphologischer Zustand des Ufers des Alpnachersee (© Kanton Luzern).

5.1.3 Physikalische und chemische Eigenschaften

5.1.3.1 Temperatur

Die zwischen 1998 und 2025 im Alpnachersee durchgeführten Temperaturmessungen zeigen, dass die Oberflächentemperaturen im Sommer die Grenze von 20 °C oft überschreiten und dies teilweise bis in den September hinein, wie beispielsweise 2019 oder 2023 (Abbildung 5-5, links). Der Alpnachersee kann deshalb, als oberflächenwarmer voralpiner See bezeichnet werden.

Die Temperaturmessungen im Spätsommer und im Winter zeigen eine ausgeprägte saisonale Dynamik. Am Ende des Sommers ist der See geschichtet, und die Sprungschicht ist zwischen 5 und 15 m Tiefe erkennbar. Im Winter kühlt der See ab und erreicht

eine Homothermie (Abbildung 5-5, rechts), was eine Durchmischung des Sees ermöglicht. Diese Durchmischung ist für die ökologische Funktion des Seesystems unerlässlich, da Sauerstoff in die Tiefe und Nährstoffe an die Oberfläche transportiert werden.

Die Entwicklung der Temperaturprofile im Winter zeigt zudem seit 1998 eine Erwärmung des Alpnachersees (Abbildung 5-5, rechts). Dieser Trend beschränkt sich nicht nur auf die Oberfläche des Sees, sondern ist über die gesamte Tiefe zu beobachten. 2022 setzte die thermische Schichtung bereits Ende März ein, wobei dieser Winter allerdings besonders mild war.

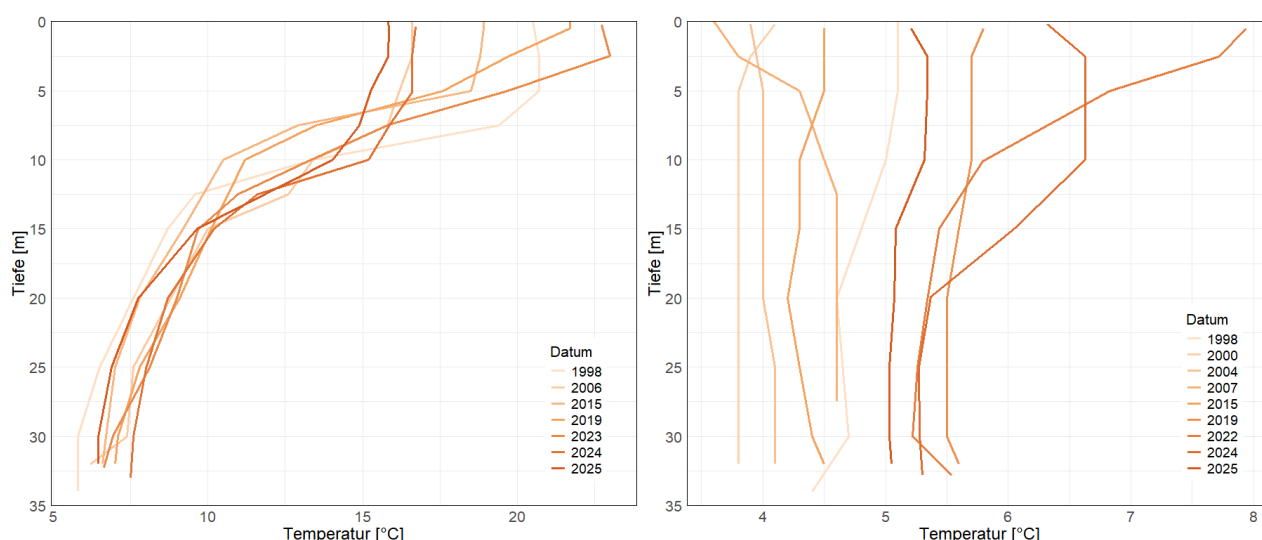


Abbildung 5-5. Entwicklung der Temperatur entlang von Tiefenprofilen im Sommer (links) und Winter (rechts) zwischen 1998 und 2025 gemessen über der tiefsten Stelle des Sees (Daten: Kanton Obwalden).

5.1.3.2 Sauerstoff

Die zwischen 1998 und 2025 im Alpnachersee gemessenen Sauerstoffkonzentrationen liegen im Spätsommer ab etwa 7 m Tiefe unter 4 mg/l (Abbildung 5-6, links). Der Lebensraum für Fische ist in dieser Jahreszeit unterhalb dieser Tiefe somit stark eingeschränkt.

Neuere Daten (seit 2019) deuten auf eine leichte Verbesserung der Sauerstoffverfügbarkeit in diesem

Zeitraum hin, mit Konzentrationen von über 4 mg/l bis in eine Tiefe von etwa 25 m.

Im Winter ist die Sauerstoffkonzentration in der gesamten Wassersäule homogen (ca. 11 mg/l), was die vollständige Durchmischung des Sees bestätigt (Abbildung 5-6, rechts).

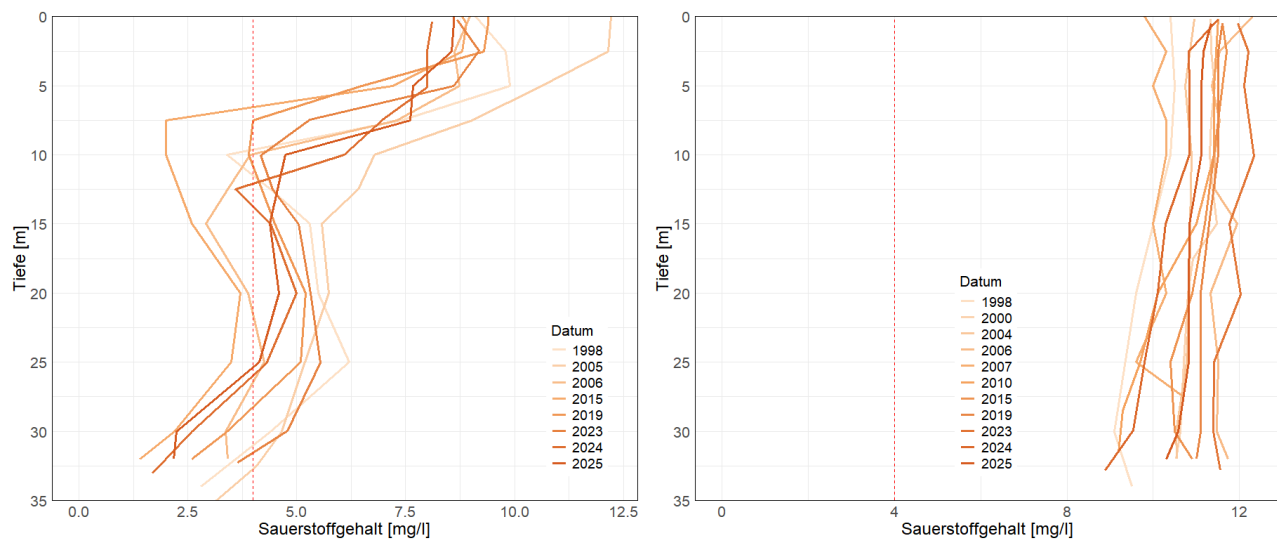


Abbildung 5-6. Entwicklung des Sauerstoffgehalts entlang von Tiefenprofilen im Sommer (links) und Winter (rechts) zwischen 1998 und 2025 an der tiefsten Stelle des Sees (Daten: Kanton Obwalden).

5.1.3.3 Phosphor

Die zeitliche Entwicklung der Gesamtposphorkonzentration im Alpnachersee zeigt seit Ende der 1990er-Jahre eine fortschreitende Abnahme (Abbildung 5-7). Dieser Trend weist auf eine Verbesserung des trophischen Zustands des Sees in den letzten

Jahrzehnten hin. 2019 wurde jedoch ein kurzzeitiger Anstieg der Konzentration beobachtet, dessen Ursache nicht eindeutig geklärt werden konnte. Seither sind die Konzentrationen wieder zurückgegangen und liegen 2025 wieder unter 10 mg/m³.



Abbildung 5-7. Entwicklung des Gesamtposphors an der tiefsten Stelle des Sees (Daten: Kanton Obwalden).

5.1.4 Erträge Fischerei

Die Fangstatistiken des Berufsfischers am Alpnachersee wurden bis 2025 ausgewertet (Abbildung 5-8). Dabei ist jedoch zu beachten, dass der Berufsfischer vom Alpnachersee Felchen häufig eher im Vierwaldstättersee befischt und weniger im Alpnachersee. Die Fangstatistik widerspiegelt also nur sehr bedingt die Entwicklung im Alpnachersee. Andere Fischarten werden überwiegend im Alpnachersee gefangen.

Felchen war jeweils die am häufigsten gefangene Art, gefolgt vom Flussbarsch. Die Fänge dieser beiden Arten erscheinen insgesamt stabil zu sein, auch wenn zwischen den Jahren grosse Schwankungen beobachtet werden können. So nahmen die Felchenfänge 2022 und 2023 zu, gingen jedoch 2024 zurück und erreichten 2025 ein besonders niedriges Niveau. Weiter werden auch Hechte, Brachsmen und Zander in den Fangstatistiken erfasst.

Die Artenzusammensetzung der Fänge hat sich im Laufe der Zeit verändert. Insbesondere hat der Anteil der Cypriniden kontinuierlich abgenommen.

Ein Rückgang der Fänge spiegelt jedoch nicht zwangsläufig eine Abnahme der Fischbestände wider, da die Menge der gefangenen Fische auch vom Befischungsaufwand beeinflusst wird. Die vom Kanton Obwalden bereitgestellten Daten enthalten seit 2017 Informationen zum Befischungsaufwand (Anzahl gesetzter Netze). Dadurch kann ein Fang pro Aufwandseinheit berechnet werden (CPUE). Die Ergebnisse zeigen, dass der CPUE der Felchenfänge in den letzten Jahren abgenommen hat (Abbildung 5-9). Diese Entwicklung deutet darauf hin, dass der jüngste Rückgang der Felchenfänge in Zusammenhang mit einer Abnahme des Bestands im See stehen könnte.

Weiter fällt in den Daten auf, dass der Befischungsdruck des Berufsfischers am Alpnachersee seit 2017 zurückgegangen ist. Die vom Kanton Obwalden gelieferten Daten deuten darauf hin, dass die Anzahl gesetzter Netze (Bodennetze und Schwebnetze) um etwa 40 % reduziert wurde.

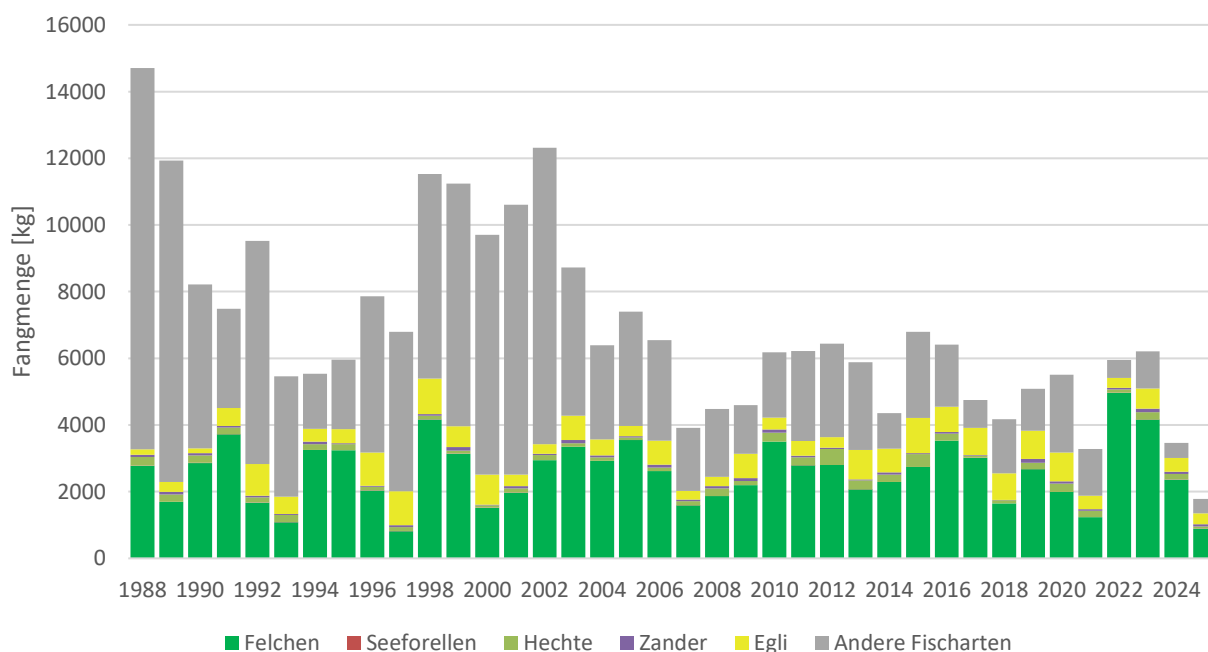


Abbildung 5-8. Entwicklung der Fänge des Berufsfischers im Alpnachersee (Daten Kanton Obwalden).

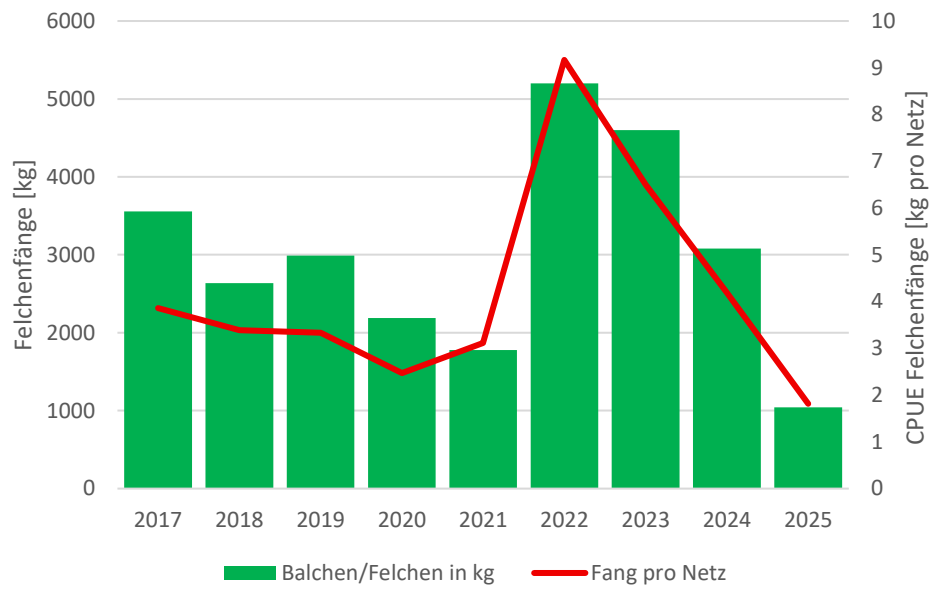


Abbildung 5-9. Entwicklung der Felchenfänge in kg (grüne Balken) sowie Entwicklung des Fangertrags pro Netz (CPUE/rote Linie).

5.2 Resultate standardisierte Befischungen

5.2.1 Rohdaten Befischungen 2025

Im Alpachersee wurden 2025 während vier Tagen 57 benthische CEN- und 12 pelagische Vertikalnetzgruppen (jeweils sechs Netze pro Gruppe) über Nacht eingesetzt. Zusätzlich wurden 60 Uferstrecken

(7 zu Fuss, 53 mit dem Boot) elektrisch befischt. Somit wurden insgesamt 129 Befischungsaktionen durchgeführt (Abbildung 5-10).

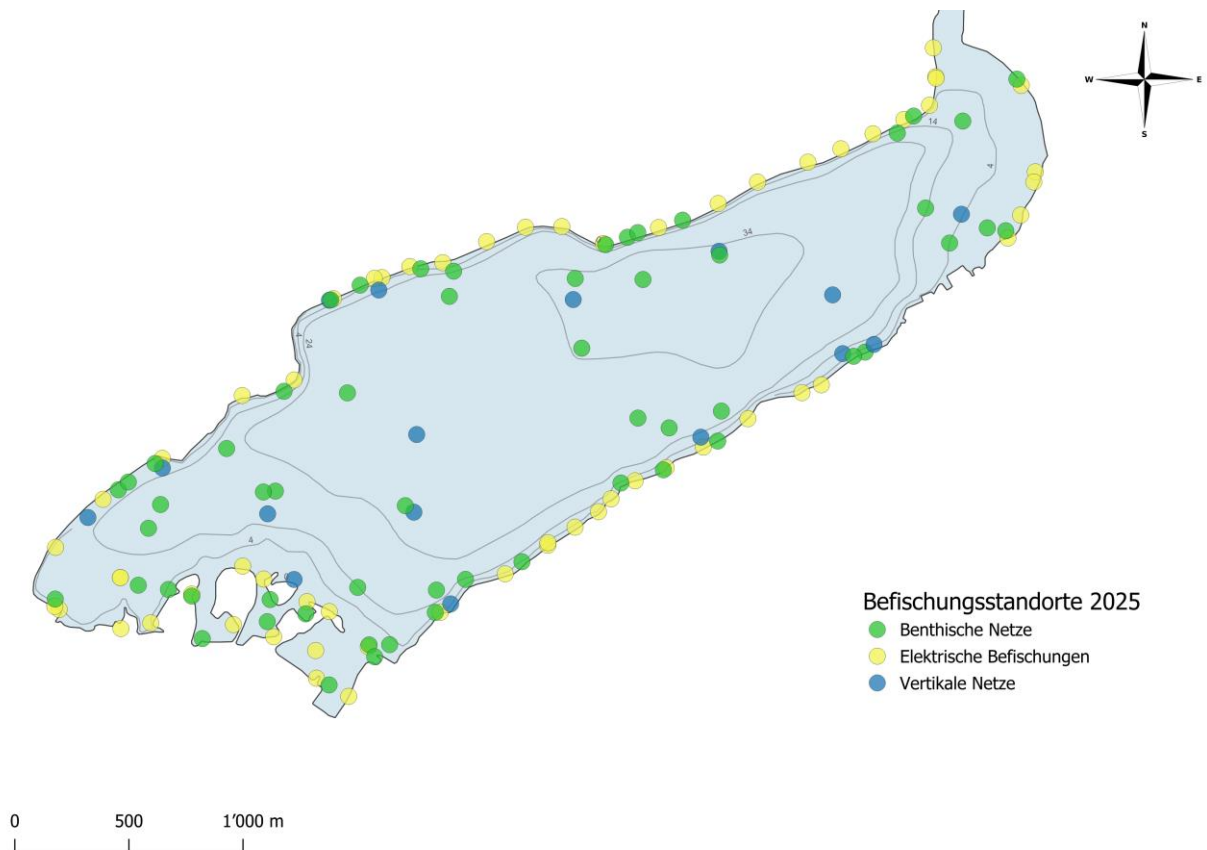


Abbildung 5-10. Karte der Befischungsstandorte im Alpachersee im Jahr 2025.

Insgesamt wurden bei den standardisierten Befischungen von 2025 2'362 Fische gefangen, wobei 20 Fischarten nachgewiesen werden konnten (Tabelle 5-1). Werden sämtliche Fangmethoden zusammen betrachtet, sind Flussbarsche mit 1'209 Individuen am häufigsten in den Fängen vertreten. Ebenfalls sehr häufig sind Kaulbarsche (N=324), Rotaugen (N=243) und Sonnenbarsche (N=145).

Während Flussbarsche, Kaulbarsche und Rotaugen in Vertikalnetzen und benthischen Netzen gefangen

wurden, wurden Sonnenbarsche hauptsächlich bei elektrischen Befischungen am Ufer festgestellt.

Die gesamte Biomasse des Fanges betrug 115.34 kg (Tabelle 5-1). Dies entspricht einem geringen Anteil (6.5 %) der durch die Berufsfischer gefangenen Fischmenge. Rotaugen machen den grössten Anteil an der gefangenen Biomasse aus (31.60 kg), gefolgt von Flussbarschen (22.43 kg), Schleien (17.12 kg), Zander (7.63 kg) und Alet (7.04 kg).

Tabelle 5-1. Zusammenstellung der Anzahl und der Biomasse der im Jahr 2025 im Rahmen der standardisierten Befischungen 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>	800	96	313	1209	18.09	0.55	3.79	22.43
Kaulbarsch	<i>Gymnocephalus cernua</i>	282	20	86	388	2.16	0.09	0.76	3.00
Rotaugen	<i>Rutilus rutilus</i>	173	14	184	371	12.73	0.03	18.84	31.60
Sonnenbarsch	<i>Lepomis gibbosus</i>	31	112	2	145	1.18	1.93	0.09	3.19
Alet	<i>Squalius cephalus</i>	6	61	1	68	3.88	1.86	1.30	7.04
Blicke	<i>Blicca bjoerkna</i>	25	-	3	28	3.22	-	0.42	3.65
Schleie	<i>Tinca tinca</i>	16	7	3	26	13.70	0.49	2.93	17.12
Brachse	<i>Abramis brama</i>	21	-	1	22	5.92	-	0.33	6.25
Hecht	<i>Esox lucius</i>	8	8	4	20	6.51	0.79	0.52	7.81
Rotfeder	<i>Scardinius sp</i>	12	3	3	18	0.86	0.00	0.02	0.88
Zander	<i>Sander lucioperca</i>	8	-	8	16	0.87	-	6.76	7.63
Schmerle	<i>Barbatula barbatula</i>	-	15	-	15	-	0.03	-	0.03
Felchen	<i>Coregonus sp</i>	7	-	7	14	2.63	-	0.93	3.55
Trüsche	<i>Lota lota</i>	1	3	1	5	0.12	0.14	0.23	0.49
Laube	<i>Alburnus alburnus</i>	1	-	3	4	0.00	-	0.04	0.04
Groppe	<i>Cottus gobio</i>	1	3	-	4	0.01	0.00	-	0.01
Hasel	<i>Leuciscus leuciscus</i>	-	4	-	4	-	0.01	-	0.01
Gründling	<i>Gobio gobio</i>	2	-	-	2	0.01	-	-	0.01
Forelle	<i>Salmo sp</i>	-	2	-	2	-	0.18	-	0.18
Karpfe	<i>Cyprinus carpio</i>	1	-	-	1	0.40	-	-	0.40
Total		1395	348	619	2362	72.28	6.11	36.95	115.34
Anzahl Arten	20	17	13	14	20	17	13	14	20

5.2.2 Artenvielfalt

Im Rahmen der Untersuchung von 2025 wurden 20 verschiedene Fischarten festgestellt, gegenüber 23 Arten im Jahr 2018. Die Barbe (*Barbus barbus*), der Aal (*Anguilla anguilla*) und das Bachneunauge (*Lampetra planeri*) konnten 2025 nicht mehr nachgewiesen werden. Von den 20 erfassten Arten gelten zwei in der Schweiz als eingeführt, nämlich der Sonnenbarsch (*Lepomis gibbosus*) und der Zander (*Sander lucioperca*). Der Kaulbarsch (*Gymnocephalus cernua*) gilt für den Alpnachersee als standortfremd (Tabelle 5-2).

Einige historisch im Alpnachersee nachgewiesene Arten konnten 2025 nicht festgestellt werden. Dazu gehören der Schneider (*Alburnoides bipunctatus*), die Barbe (*Barbus barbus*), das Bachneunauge (*Lampetra planeri*), die Nase (*Chondrostoma nasus*), der Strömer (*Telestes souffia*), die Elritze (*Phoxinus spp.*) sowie die Äsche (*Thymallus thymallus*). Diese Arten sind eher an Fließgewässer wie die Sarner Aa und die Kleine Schliere gebunden und treten im See

höchstens sporadisch auf. Das Bachneunauge wurde 2018 bei der Mündung des Hüenerbachs gefangen. Diese Mündung wurde 2025 erneut befischt, doch der Nachweis gelang in diesem Fall nicht. Der Wels (*Silurus glanis*) wurde seit längerer Zeit nicht mehr im See beobachtet. Der Seesaibling (*Salvelinus spp.*) kommt im Vierwaldstättersee vor und könnte gelegentlich in den Alpnachersee einwandern.

Der Aal (*Anguilla anguilla*) wurde 2018 mit einem Exemplar noch am Städerried nachgewiesen, konnte 2025 aber nicht mehr gefangen werden. Gelegentlich gefangene Individuen stammen vermutlich aus Besatzmassnahmen oder aus Restbeständen.

Wie auch im restlichen Vierwaldstättersee wurden die Felchen auch im Alpnachersee nicht auf Artniveau bestimmt, sondern alle unter der Sammelbezeichnung *Coregonus spp.* zusammengefasst.

Tabelle 5-2. Artenfundliste im Alpnachersee. Die Liste der Fischarten wurden vom Bericht der Befischungen von 2018 übernommen [21]. Da die Felchen nicht auf Artniveau bestimmt werden konnten, wurden alle Felchenartigen unter *Coregonus sp.* zusammengefasst. Genetische Proben liegen allerdings vor und eine spätere Artzuweisung kann noch vorgenommen werden.

Fischart			Gefährdung	Ursprung VBGF	Ursprung im See	Nachweis der Fischart							
Familie	Art	Deutsch				Historisch Vierwaldstättersee	Fischatlas 1999	CSCF 2003 / 1999	Fischereistatistik 1970-2017	Projet Lac VWS 2014	Befischung Alpnachersee 2018	Befischung südlicher Alpnachersee 2024	Befischung Alpnachersee 2025
Anguillidae	<i>Anguilla anguilla</i>	Aal	1	Einheimisch	Standortgerecht	●	●	●	●		●		
Centrarchidae	<i>Lepomis gibbosus</i>	Sonnenbarsch		Eingeführt	Standortfremd						●	●	●
Cottidae	<i>Cottus gobio</i>	Groppe	4	Einheimisch	Standortgerecht	●	●	●		●	●	●	●
Cyprinidae	<i>Abramis brama</i>	Brachsmen	NG	Einheimisch	Standortgerecht	●	●	●	●	●	●	●	●
Cyprinidae	<i>Alburnoides bipunctatus</i>	Schneider	3, E	Einheimisch	Standortgerecht	●							
Cyprinidae	<i>Alburnus alburnus</i>	Lauben	NG	Einheimisch	Standortgerecht	●	●	●		●	●	●	●
Cyprinidae	<i>Barbus barbus</i>	Barben	4	Einheimisch	Standortgerecht	●	●	●	●	●	●	●	
Cyprinidae	<i>Blicca bjoerkna</i>	Blicke	4	Einheimisch	Standortgerecht	●		●			●	●	●
Cyprinidae	<i>Chondrostoma nasus</i>	Nasen	1, E	Einheimisch	Standortgerecht	●	●	●	●				
Cyprinidae	<i>Cyprinus carpio</i>	Karpfen	4	Einheimisch	Standortgerecht	●	●	●	●		●	●	●
Cyprinidae	<i>Gobio gobio</i>	Gründlinge	NG	Einheimisch	Standortgerecht	●	●	●		●	●	●	●
Cyprinidae	<i>Leuciscus leuciscus</i>	Hasel	NG	Einheimisch	Standortgerecht	●	●	●	●	●	●	●	●
Cyprinidae	<i>Phoxinus spp.</i>	Elritzen	NG	Einheimisch	Standortgerecht	●	●	●		●			
Cyprinidae	<i>Rutilus rutilus</i>	Rotauge	NG	Einheimisch	Standortgerecht	●	●	●		●	●	●	●
Cyprinidae	<i>Scardinius erythrophthalmus</i>	Rotfedern		Einheimisch	Standortgerecht	●	●	●			●	●	●
Cyprinidae	<i>Squalius cephalus</i>	Alet	NG	Einheimisch	Standortgerecht	●	●	●	●	●	●	●	●
Cyprinidae	<i>Telestes souffia</i>	Stroemer	3, E	Einheimisch	Standortgerecht	●							
Cyprinidae	<i>Tinca tinca</i>	Schleie	NG	Einheimisch	Standortgerecht	●	●	●	●	●	●	●	●
Esocidae	<i>Esox lucius</i>	Hechte	NG	Einheimisch	Standortgerecht	●	●	●	●	●	●	●	●
Gasterosteidae	<i>Gasterosteus aculeatus</i>	Dreistachlige Stichling	4	Einheimisch	Standortgerecht					●			
Lotidae	<i>Lota lota</i>	Trüsche	NG	Einheimisch	Standortgerecht	●	●	●	●	●	●		●
Nemacheilidae	<i>Barbatula barbatula</i>	Schmerle	4	Einheimisch	Standortgerecht	●	●	●		●	●	●	●
Percidae	<i>Gymnocephalus cernua</i>	Kaulbarsch	NG	Einheimisch	Standortfremd		●	●		●	●	●	●
Percidae	<i>Perca fluviatilis</i>	Flussbarsch	NG	Einheimisch	Standortgerecht	●	●	●	●	●	●	●	●
Percidae	<i>Sander lucioperca</i>	Zander		Eingeführt	Standortfremd		●	●	●	●	●	●	●
Petromyzontidae	<i>Lampetra planeri</i>	Bachneunauge	2, E	Einheimisch	Standortgerecht	●	●	●			●		
Salmonidae	<i>Coregonus spp.</i>	Felchen	4, E	Einheimisch	Standortgerecht	●	●	●	●	●	●	●	●
Salmonidae	<i>Oncorhynchus mykiss</i>	Regenbogenforelle		Eingeführt	Standortfremd			●	●				
Salmonidae	<i>Salmo trutta</i>	Atlantische Forelle		Einheimisch	Standortgerecht	●	●	●	●	●	●		●
Salmonidae	<i>Salvelinus fontinalis</i>	Bachsaibling		Eingeführt	Standortfremd				●				
Salmonidae	<i>Salvelinus spp.</i>	Saiibling	3	Einheimisch	Standortgerecht	●	●	●	●	●			
Salmonidae	<i>Thymallus thymallus</i>	Aesche	2, E	Einheimisch	Standortgerecht	●	●	●	●				
Siluridae	<i>Silurus glanis</i>	Wels	NG, E	Einheimisch	Standortgerecht	●							
Anzahl einheimische Arten					29	27	24	25	15	19	21	17	18
Anzahl standortgerechte Arten					28	27	23	24	15	18	20	16	17
Anzahl standortfremde Arten					5	0	2	3	3	2	3	3	3
Total Anzahl Arten					33	27	25	27	18	20	23	19	20

5.2.3 Fischbestand gesamter See

Der Vergleich der Ergebnisse von 2018 bis 2025 zeigt, dass der volumenkorrigierte Fang pro Aufwandseinheit [12] zwischen den beiden Untersuchungen sowohl in der Individuenzahl als auch in der Biomasse statistisch signifikant abgenommen hat (Abbildung 5-11).

Auf Artniveau ist der Fang pro Aufwandseinheit auch bei drei Arten sowohl hinsichtlich Anzahl als auch hinsichtlich Biomasse statistisch signifikant zurückgegangen (Abbildung 5-12, Tabelle 5-3). Dabei handelt es sich um die Laube, den Flussbarsch und die Felchen.

Weiter zeigt sich ein statistisch signifikanter Rückgang der Anzahl gefangener Rotaugen, jedoch nicht der Biomasse. Ebenso kann eine statistisch signifikante Zunahme der Anzahl Kaulbarsche beobachtet werden, ebenfalls ohne Zunahme der Biomasse (Abbildung 5-12).

Aufgrund dieser Veränderungen hat sich die Artenzusammensetzung innerhalb weniger Jahre verändert. Während 2018 noch Flussbarsche den Fischbestand dominierten, waren Kaulbarsche und Rotaugen 2025 doch deutlich häufiger anzutreffen als noch 2018. Die Hauptursache dafür ist die Abnahme von Flussbarschen und Felchen in den Fängen und nicht eine Zunahme der anderen Arten im Fang.

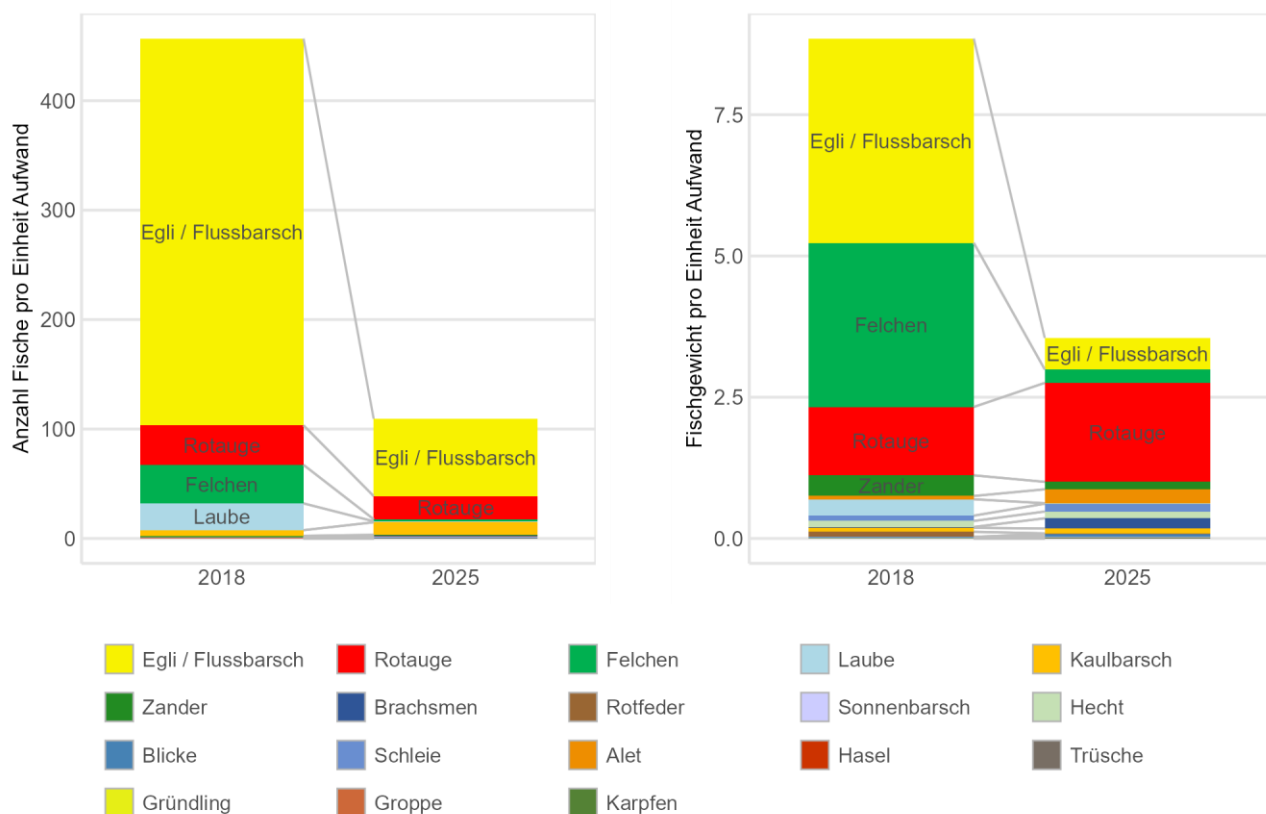


Abbildung 5-11. Veränderung des Fangs pro Aufwandseinheit im gesamten Alpachersee zwischen den Erhebungen von 2018 und 2025. Die Ergebnisse werden für freiwasserlebende Fische anhand von vertikalen Netzen und für grundnahe Fische anhand von benthischen CEN-Netzen berechnet. Der Aufwand wird pro 1000 m² Kiemennetz angegeben. Das Fischgewicht wird in Kilogramm angegeben.

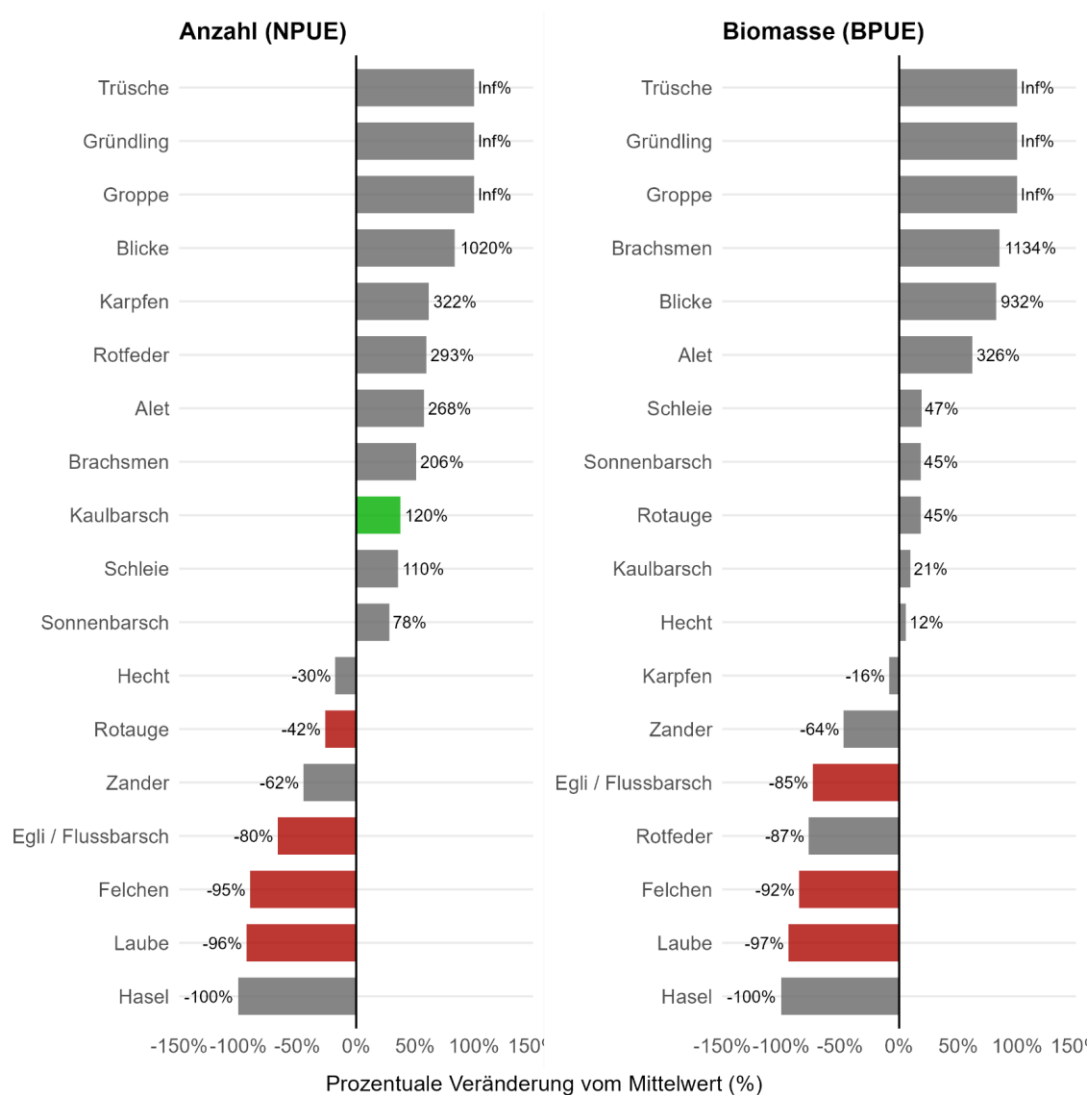


Abbildung 5-12. Artsspezifische Veränderung des Fangs pro Aufwandseinheit im gesamten Alpnachersee zwischen den Befischungen von 2018 und 2025. Die Ergebnisse werden für freiwasserlebende Fische anhand von vertikalen Netzen und für grundnahe Fische anhand von benthischen CEN-Netzen berechnet. Farbige Balken zeigen eine statistisch signifikante Veränderung an.

Tabelle 5-3. Zusammenfassung der artspezifischen Veränderungen des Fangs pro Aufwandseinheit im gesamten Alpnachersee zwischen den Befischungen von 2018 und 2025. Die Ergebnisse werden für freiwasserlebende Fische anhand von vertikalen Netzen und für grundnahe Fische anhand von benthischen CEN-Netzen berechnet.

Art	NPUE				BPUE			
	2018	2025	Veränderung	Signif	2018	2025	Veränderung	Signif
<i>GESAMT ALLE ARTEN</i>	457	109	-76%	Ja	8846.0	3549	-60%	Ja
<i>Egli / Flussbarsch</i>	353.4	70.7	-80%	Ja	3615.2	557.1	-85%	Ja
<i>Rotaugen</i>	36.1	21.1	-42%	Ja	1210.5	1751.4	45%	Nein
<i>Felchen</i>	35.2	1.9	-95%	Ja	2903.3	238.1	-92%	Ja
<i>Laube</i>	24.5	0.9	-96%	Ja	289.9	9.1	-97%	Ja
<i>Kaulbarsch</i>	5.2	11.5	120%	Ja	70.8	85.6	21%	Nein
<i>Zander</i>	1.1	0.4	-62%	Nein	365.5	131.7	-64%	Nein
<i>Hecht</i>	0.3	0.2	-30%	Nein	106.4	119.5	12%	Nein
<i>Sonnenbarsch</i>	0.3	0.5	78%	Nein	10.4	15.1	45%	Nein
<i>Brachse</i>	0.2	0.7	206%	Nein	14.7	181.2	1134%	Nein
<i>Hasel</i>	0.2	0	-100%	Nein	2.4	0	-100%	Nein
<i>Rotfeder</i>	0.2	0.6	293%	Nein	89.3	11.8	-87%	Nein
<i>Schleie</i>	0.1	0.2	110%	Nein	94.2	138.3	47%	Nein
<i>Alet</i>	0.06	0.2	268%	Nein	57.7	246.3	326%	Nein
<i>Blicke</i>	0.03	0.4	1020%	Nein	4.3	43.9	932%	Nein
<i>Karpfe</i>	0.006	0.02	322%	Nein	11.5	9.7	-16%	Nein
<i>Gründling</i>	0	0.04	Inf	Nein	0.0	0.2	Inf	Nein
<i>Trüsche</i>	0	0.08	Inf	Nein	0.0	9.4	Inf	Nein
<i>Groppe</i>	0	0.04	Inf	Nein	0.0	0.2	0%	Nein

5.2.4 Fischbestand nach Lebensräumen

Wie auch beim Vierwaldstättersee ist es auch für den Alpnachersee sinnvoll, die verschiedenen Lebensräume im See getrennt zu analysieren, um die auf den gesamten See bezogenen Ergebnisse besser zu verstehen.

Folgende Lebensräume wurden in den Analysen unterschieden:

- Benthische Zone: Ergebnisse, die ausschliesslich mit benthischen Netzen erhoben wurden.
- Freiwasserzone (pelagische Zone): Ergebnisse, die ausschliesslich mit Vertikalnetzen erhoben wurden.
- Uferzone: Ergebnisse, die ausschliesslich mittels Elektrofischerei gewonnen wurden.

5.2.4.1 Benthische Zone: CEN-Grundnetze

Wird ausschliesslich der benthische Seebereich betrachtet, zeigt sich zwischen 2018 und 2025 eine leichte Zunahme der Anzahl und der Biomasse der gefangenen Fische (Abbildung 5-13). Diese Zunahme ist jedoch statistisch nicht signifikant, wenn alle Fischarten gemeinsam betrachtet werden.

Auf der Ebene der einzelnen Fischarten zeigt sich demgegenüber eine statistisch signifikante Zunahme

der Anzahl Kaulbarsche sowie eine signifikante Abnahme der Anzahl Rotaugen (Tabelle 5-4). Für die Biomasse konnte bei keiner Fischart eine statistisch signifikante Veränderung festgestellt werden. Insgesamt konnten demnach in Grundnähe nur geringfügige Veränderungen in den Befischungsergebnissen von 2018 und 2025 festgestellt werden.

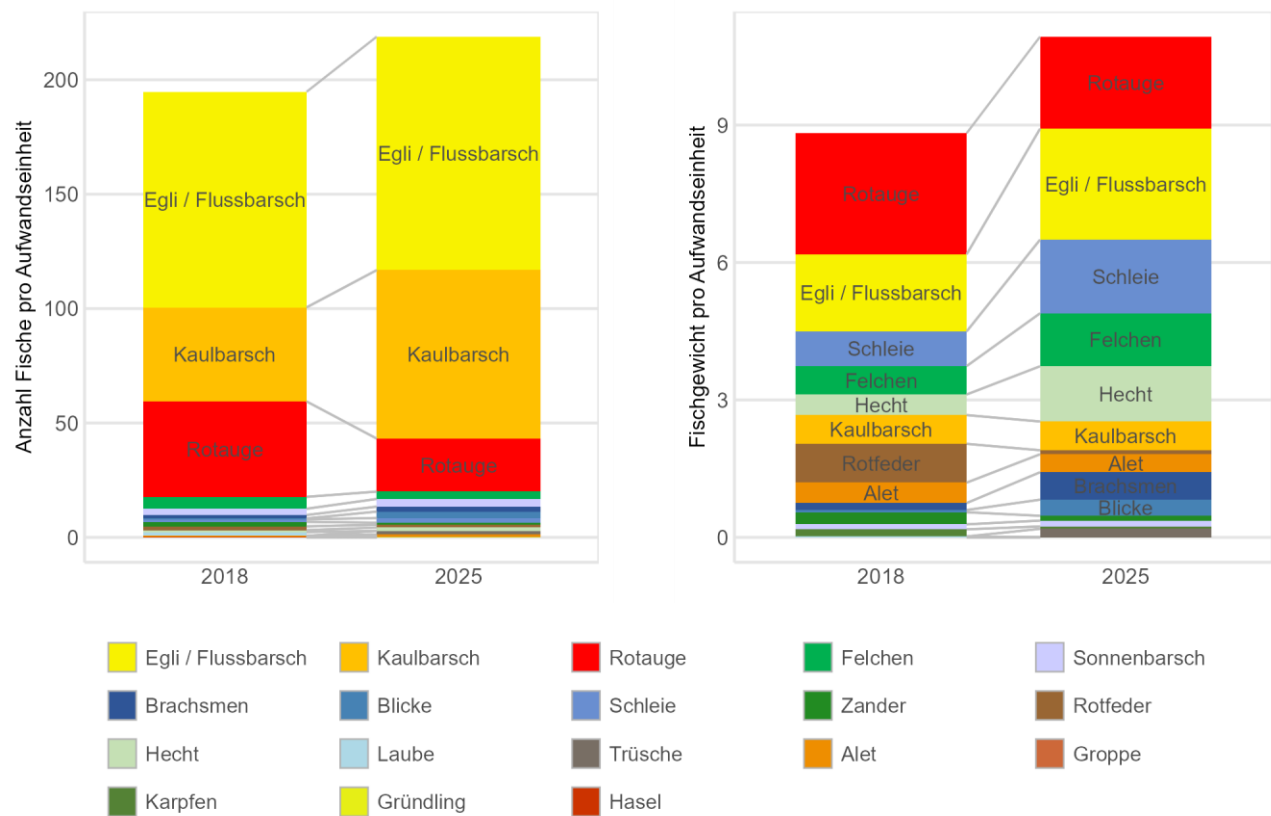


Abbildung 5-13. Veränderung des Fangs pro Aufwandseinheit in benthischen Netzen des gesamten Alpachersee zwischen den Erhebungen von 2018 und 2025. Der Aufwand wird pro 1000 m² Kiemennetz angegeben. Das Fischgewicht wird in Kilogramm angegeben.

Tabelle 5-4. Zusammenfassung der artspezifischen Veränderungen des Fangs pro Aufwandseinheit im benthischen Habitat des Alpachersees zwischen den Befischungen von 2018 und 2025. Die Fänge wurden mittels benthischer Bodennetze erhoben. Das Fischgewicht (BPUE) wird in Gramm angegeben.

Art	NPUE				BPUE			
	2018	2025	Veränderung	Signif	2018	2025	Veränderung	Signif
GESAMT ALLE ARTEN	195	219	12%	Nein	8792.0	10924	24%	Nein
Kaulbarsch	41.7	74.5	79%	Ja	640.6	651.7	2%	Nein
Rotaugen	41.8	23.2	-45%	Ja	2645.5	2009.7	-24%	Nein
Brachse	1.5	2.2	43%	Nein	151.8	599.2	295%	Nein
Egli / Flussbarsch	94.4	101.8	8%	Nein	1684.9	2410.7	43%	Nein
Felchen	4.8	3.2	-33%	Nein	571.9	1171.4	105%	Nein
Groppe	0	0.3	Inf	Nein	0.0	2.3	Inf	Nein
Gründling	0	0.2	Inf	Nein	0.0	1.2	Inf	Nein
Hasel	0.08	0	-100%	Nein	0.8	0	-100%	Nein
Hecht	0.9	1.5	68%	Nein	450.2	1206.4	168%	Nein
Karpfen	0.08	0.1	68%	Nein	156.0	52.3	-66%	Nein
Alet	0.5	0.6	22%	Nein	446.1	392.6	-12%	Nein
Laube	1.6	0.1	-94%	Nein	17.8	0.2	-99%	Nein
Blicke	0.4	2.8	616%	Nein	48.2	352	631%	Nein
Rotfeder	1.6	1.2	-26%	Nein	845.9	87.4	-90%	Nein
Schleie	1.1	2.1	91%	Nein	757.6	1606.7	112%	Nein
Sonnenbarsch	2.7	3.4	22%	Nein	109.5	127	16%	Nein
Trüsche	0	1.2	Inf	Nein	0.0	148.7	Inf	Nein
Zander	2	0.9	-55%	Nein	264.8	104.2	-61%	Nein

5.2.4.2 Pelagial: Vertikale Netze

Wird das Pelagial genauer betrachtet, zeigt sich zwischen 2018 und 2025 eine starke Abnahme sowohl der Anzahl als auch der Biomasse der gefangenen Fische (Abbildung 5-14, Tabelle 5-5).

Auf Artniveau zeigt sich eine Abnahme der Anzahl und der Biomasse von Flussbarschen, Felchen und Lauben.

Der pelagische Lebensraum weist im Alpnachersee ein deutlich grösseres Volumen auf als der benthische Lebensraum. Entsprechend beeinflussen die in diesem Habitat beobachteten Veränderungen das Gesamtergebnis für den See stark (Vgl. Kap. 5.2.4).

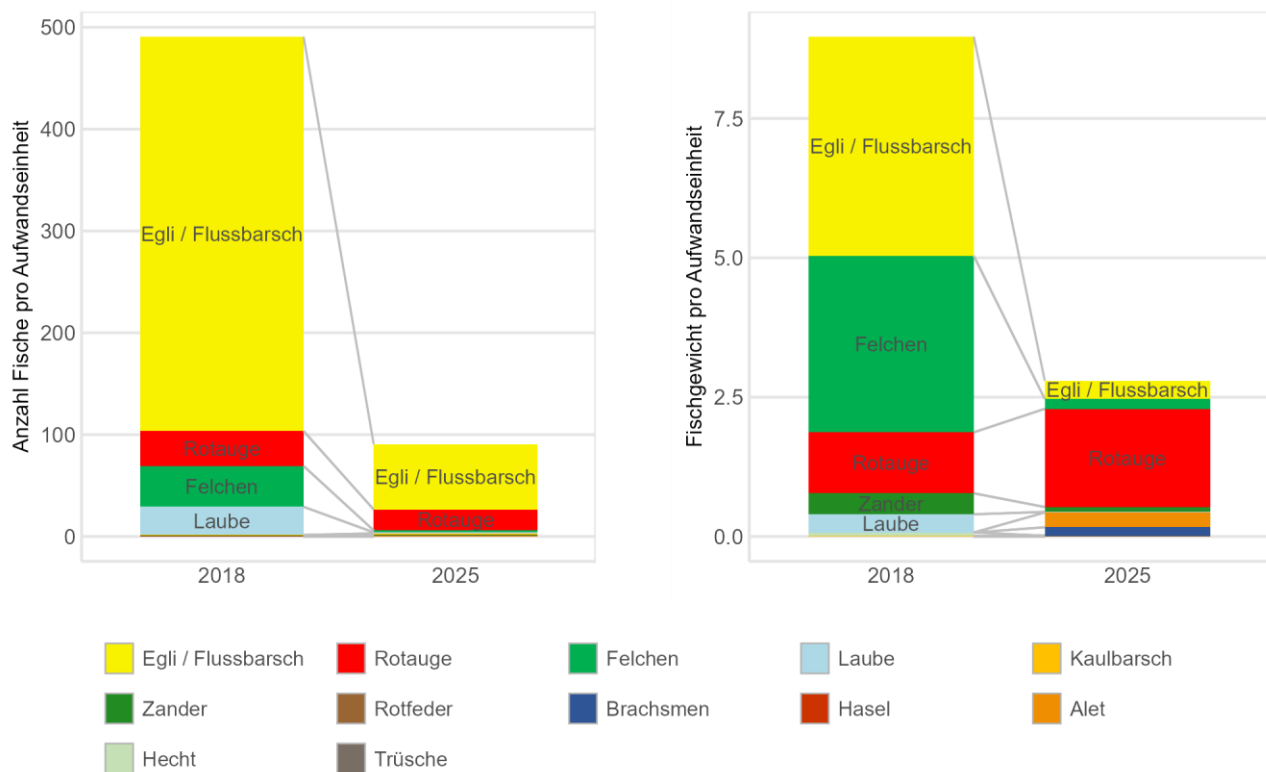


Abbildung 5-14. Veränderung des Fangs pro Aufwandseinheit in Vertikalnetzen des gesamten Alpnachersee zwischen den Erhebungen von 2018 und 2025. Der Aufwand wird pro 1000 m² Kiemennetz angegeben. Das Fischgewicht wird in Kilogramm angegeben.

Tabelle 5-5. Zusammenfassung der artspezifischen Veränderungen des Fangs pro Aufwandseinheit in der Freiwasserzone des Alpna-chersees zwischen den Befischungen von 2018 und 2025. Die Fänge wurden mittels Vertikalnetzen erhoben. Das Fischgewicht (BPUE) wird in Gramm angegeben.

Art	NPUE				BPUE			
	2018	2025	Veränderung	Signif	2018	2025	Veränderung	Signif
<i>GESAMT ALLE ARTEN</i>	491	91	-82%	Ja	8969.0	2797	-69%	Ja
<i>Egli / Flussbarsch</i>	387.3	64.2	-83%	Ja	3933.8	328.7	-92%	Ja
<i>Rotaugen</i>	34.3	20.5	-40%	Ja	1093.9	1761.6	61%	Nein
<i>Laube</i>	27.7	1	-96%	Ja	327.2	10.5	-97%	Ja
<i>Felchen</i>	40.1	1.9	-95%	Ja	3166.8	178	-94%	Ja
<i>Alet</i>	0	0.2	+Inf	Nein	0.0	265.5	+Inf	Nein
<i>Kaulbarsch</i>	0.2	1.3	498%	Nein	4.6	10.9	135%	Nein
<i>Trüsche</i>	0	0	+Inf	Nein	0.0	0	+Inf	Nein
<i>Hasel</i>	0.2	0	-100%	Nein	2.6	0	-100%	Nein
<i>Hecht</i>	0.1	0	-100%	Nein	63.5	0	-100%	Nein
<i>Rotfeder</i>	0	0.6	+Inf	Nein	0.0	3.6	+Inf	Nein
<i>Zander</i>	0.9	0.3	-70%	Nein	376.8	87.7	-77%	Nein
<i>Brachsme</i>	0	0.6	+Inf	Nein	0.0	150.6	+Inf	Nein

5.2.4.3 Uferzone: Elektrische Befischungen

Werden ausschliesslich Fänge aus der Elektrofischerei im Uferbereich betrachtet, zeigt sich zwischen 2018 und 2025 eine statistisch signifikante Zunahme der gefangenen Fische (Abbildung 5-15, Tabelle 5-6). Diese Zunahme ist sowohl hinsichtlich der Individuenzahl als auch der Biomasse bei Sonnenbarsch und Hecht statistisch signifikant.

Diese positive Entwicklung im Uferbereich steht im Gegensatz zum allgemeinen Trend im See (siehe Kap. 5.2.4). Die getätigten Revitalisierungsmassnahmen könnten dabei eine positive Rolle gespielt haben. Allerdings ist die Stichprobenzahl in diesen Bereichen nicht ausreichend hoch, um diese Hypothese statistisch zu überprüfen.

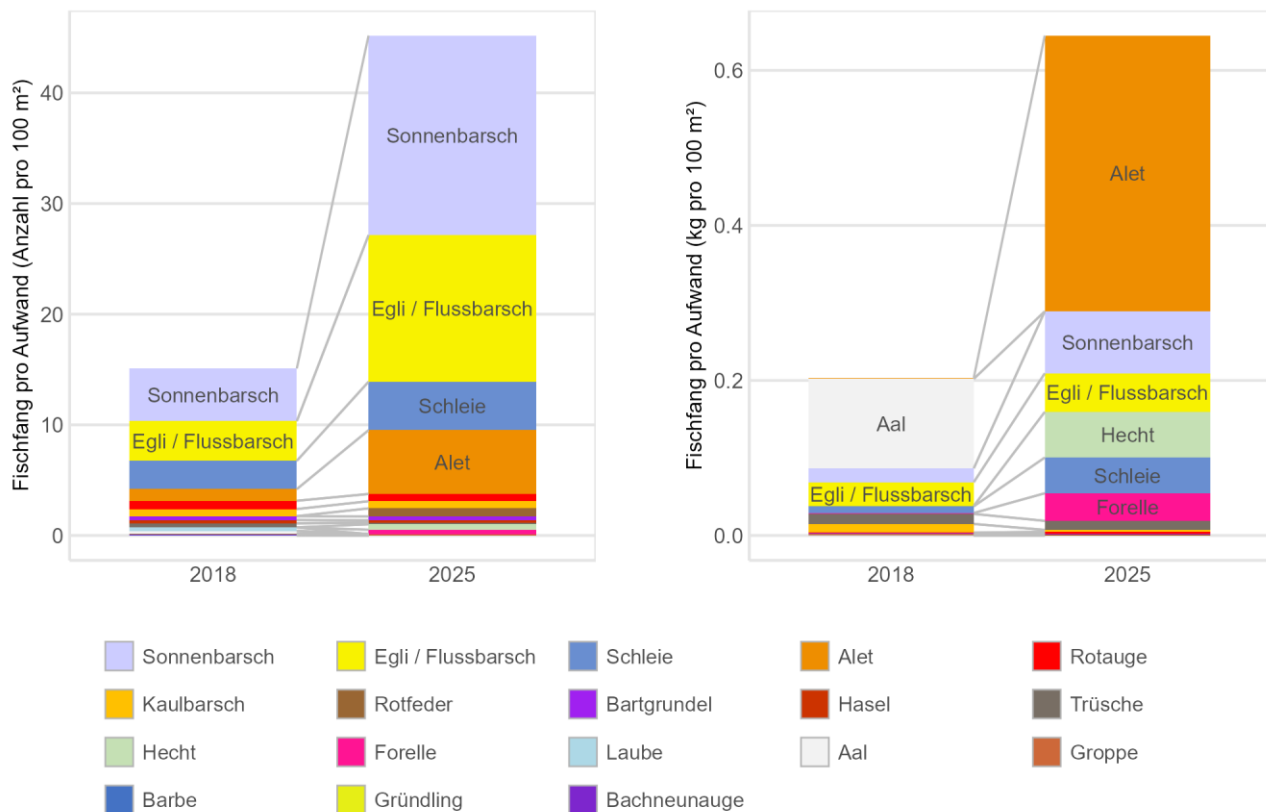


Abbildung 5-15. Veränderung des Fangs pro Aufwandseinheit in elektrischen Befischungen des gesamten Alpnachersee zwischen den Erhebungen von 2018 und 2025. 2018 wurde ein Aal von 493 g gefangen, der damit die Biomasse stark beeinflusste.

Tabelle 5-6. Zusammenfassung der artspezifischen Veränderung des Fangs pro Aufwandseinheit im Litoral des Alpnachersees zwischen den Befischungen von 2018 und 2025. Die Fänge wurden mittels Elektrofischung entlang der Uferzone erhoben. Das Fischgewicht (BPUE) wird in Gramm angegeben.

Art	NPUE				BPUE			
	2018	2025	Veränderung	Signif	2018	2025	Veränderung	Signif
GESAMT ALLE ARTEN	15	45	199%	Ja	204.0	645	217%	Nein
Sonnenbarsch	5	18	279%	Ja	18.0	80	346%	Ja
Hecht	0.004	0.5	11925%	Ja	0.5	59	11353%	Ja
Egli / Flussbarsch	4	13	269%	Nein	31.0	50	63%	Nein
Schleie	3	4	71%	Nein	9.0	46	431%	Nein
Alet	1	6	449%	Nein	1.0	356	24011%	Nein
Rotaugen	0.7	0.7	-12%	Nein	0.6	3	325%	Nein
Kaulbarsch	0.6	0.6	0%	Nein	11.0	2	-78%	Nein
Trüsche	0.4	0.1	-59%	Nein	13.0	12	-10%	Nein
Laube	0.3	0	-100%	Nein	1.0	0	-100%	Nein
Hasel	0.3	0.2	-32%	Nein	0.8	0.4	-51%	Nein
Bartgrundel	0.3	0.3	1%	Nein	0.8	1	32%	Nein
Aal	0.2	0	-100%	Nein	115.0	0	-100%	Nein
Barbe	0.08	0	-100%	Nein	0.1	0	-100%	Nein
Groppe	0.06	0.1	92%	Nein	0.2	0.08	-62%	Nein
Gründling	0.03	0	-100%	Nein	0.0	0	-100%	Nein
Bachneunauge	0.02	0	-100%	Nein	0.1	0	-100%	Nein
Forelle	0.01	0.4	3798%	Nein	1.0	36	2875%	Nein
Rotfeder	0	0.7	+Inf	Nein	0.0	0.7	+Inf	Nein

5.2.4.4 Tiefenverteilung

Die höchsten Fischdichten in benthischen Netzen wurden 2025 zwischen 0 und 12 m Tiefe festgestellt (Abbildung 5-16). In den pelagischen Vertikalnetzen wurde die höchste Dichte ebenfalls in den oberflächennahen Schichten zwischen der Oberfläche und 12 m beobachtet; unterhalb von 20 m wurden im pelagial nur wenige Fänge registriert.

Der Vergleich zwischen den Aufnahmen von 2018 und 2025 zeigt exemplarisch auf, wie die Fischdichte im Pelagial insgesamt 2025 deutlich geringer war als 2018. Zudem fällt auf, dass 2025 in der Tiefe des Sees insbesondere Kaulbarsche nachgewiesen werden konnten, was 2018 noch nicht der Fall war. 2025 wurden aber generell mehr Fische in der Tiefe festgestellt als noch 2018.

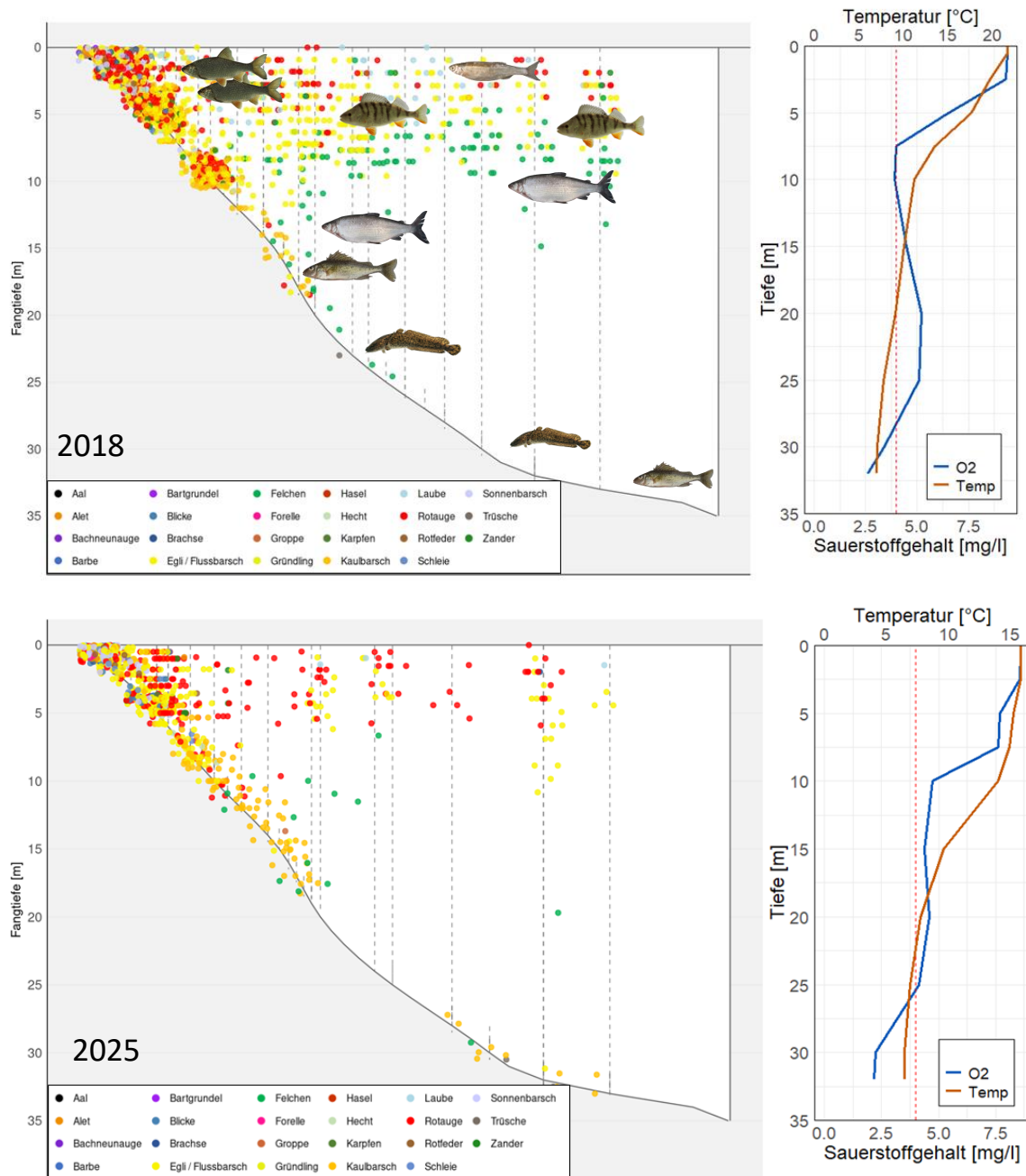


Abbildung 5-16. Links: Dargestellt sind die mit Vertikalnetzen gefangenen Fische (Punkte) als Kombination zwischen Fangtiefe (Y-Achse) und geografischer Verteilung (Tiefe, in der ein Netz gesetzt wurde, X-Achse). Rechts: Sauerstoff- und Temperaturprofile zum Zeitpunkt der Befischung.

Felchen

Felchen wurden 2025 in benthischen Netzen ab einer Tiefe von 12 m bis in die tiefsten Bereiche des Sees gefangen, 2018 wurden unterhalb von 28 m keine Felchen nachgewiesen (Abbildung 5-17). In den pelagischen Vertikalnetzen halten sie sich in beiden Untersuchungskampagnen in tieferen Wasserschichten auf, hauptsächlich zwischen 10 und 20 m.

Flussbarsche und Rotaugen

Flussbarsche (Abbildung 5-18) und Rotaugen (Abbildung 5-19) wurden in benthischen Netzen hauptsächlich in den oberflächennahen Schichten zwischen 0 und 12 m nachgewiesen. Auch in den pelagischen Vertikalnetzen wurden sie von der Oberfläche bis in etwa 12 m Tiefe festgestellt.

Weitere artspezifischen Grafiken sind im Anhang zu finden (Vgl. Kap. 11.6.2). Folgende Muster konnten beobachtet werden:

- Lauben, Rotfedern und Gründlinge wurden sehr oberflächennah zwischen 0 und 3 m beobachtet.
- Brachsmen, Blicken, Karpfen, Zander, Alet und Sonnenbarsche wurden in Tiefen zwischen 0 und 6 m festgestellt.
- Hechte und Schleien wurden zwischen 0 und 12 m nachgewiesen
- Trübsen wurden 2025 sowohl in den tiefsten Bereichen des Sees mit Netzen als auch am Ufer bei elektrischen Befischungen nachgewiesen.
- Kaulbarsche besiedelten 2025 alle Tiefenbereiche des Sees.

5.2.4.5 Geografische Verteilung

Die geografische Verteilung der Fische liefert ein Abbild darüber, wie die Fische zum Zeitpunkt der Befischungen im See verteilt waren. Unterschiede zwischen den Jahren sollten nicht überbewertet werden, da die meisten Fischarten mobil sind und je nach z.B. Futterverfügbarkeit in verschiedenen Jahren an unterschiedlichen Standorten häufiger auftreten können. Die Unterschiede zwischen den Jahren zeigen aber auf, wie wichtig es ist, dass alle Seebereiche befischt werden. Nachfolgend werden einige Muster für einige Fischarten dokumentiert. Die Verbreitungskarten aller gefangenen Arten können im Anhang (Vgl. Kap.0) eingesehen werden.

Felchen

Die Felchen waren 2018 im Pelagial dominant und im Uferbereich weniger häufig. Im Jahr 2025 war die Art im Pelagial deutlich seltener geworden (Abbildung 5-20).

Flussbarsche

Die räumliche Verteilung der Flussbarsche zeigt zwischen den beiden Untersuchungskampagnen ebenfalls eine deutliche Veränderung. 2018 waren Flussbarsche im Uferbereich dominant, kamen jedoch

auch im Pelagial sehr verbreitet vor. 2025 waren sie im Uferbereich weiterhin dominant, jedoch hat der Fang im Pelagial stark abgenommen (Abbildung 5-21).

Lauben

Eine ähnliche Entwicklung zeigt sich auch bei der Laube, die 2025 im Pelagial weniger häufig war als 2018 (Vgl. Anhang, Abbildung 11-26).

Weitere Fischarten

Arten wie Rotfeder, Zander, und Blicke wurden 2025 hauptsächlich am Südufer gefangen (vgl. Anhang, Abbildung 11-26). Dieser durch die Deltas der Kleinen Schliere und der Sarner Aa geprägte Bereich weist vielfältige Uferlebensräume auf, insbesondere mit Feinsedimenten, Schilfbeständen, Wasserpflanzen und Kiesstränden.

Der Sonnenbarsch war 2025 im gesamten See verbreitet. Besonders häufig war er in den künstlichen Uferverbauungen entlang der Lopperstrasse im Norden

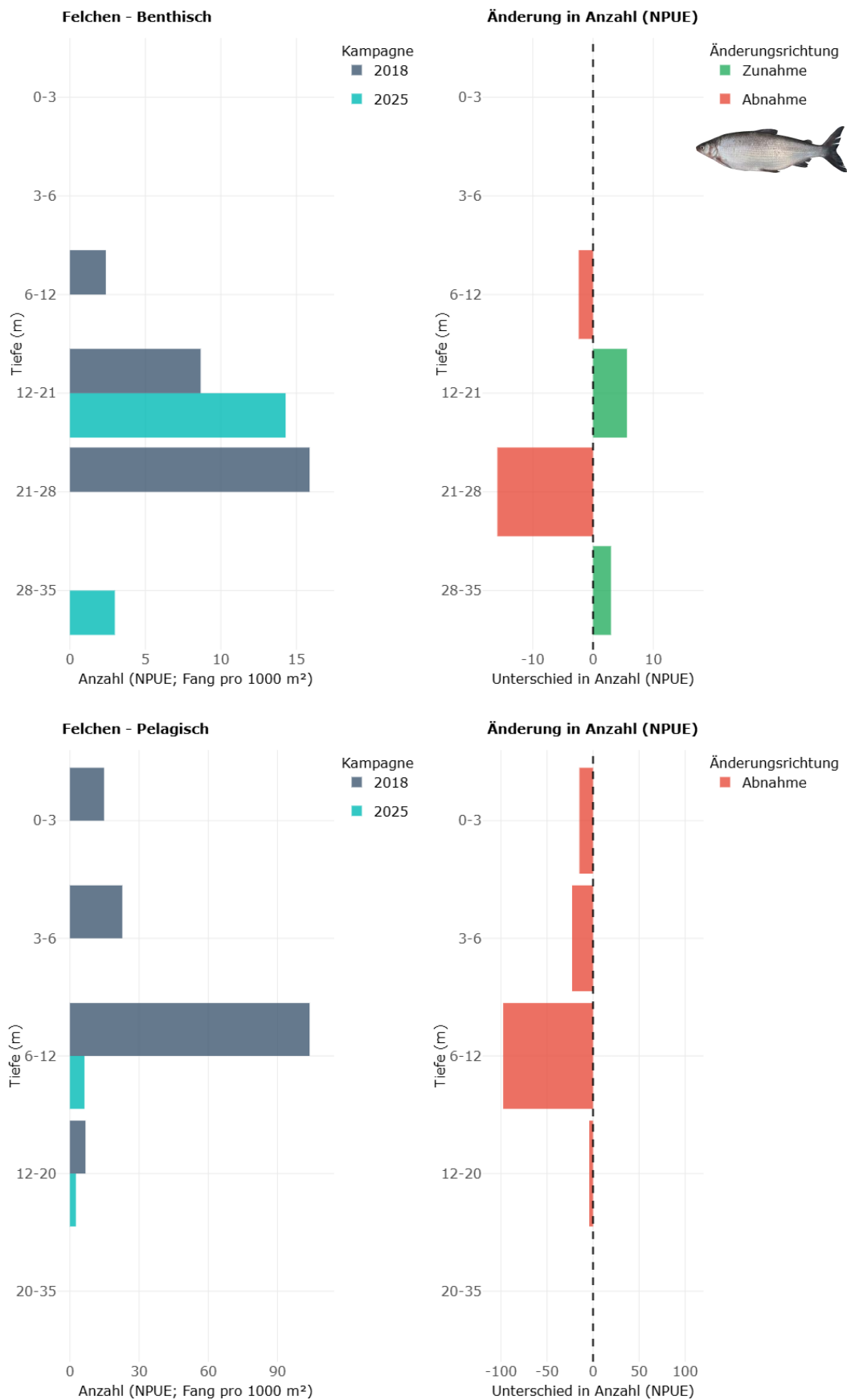


Abbildung 5-17. Die Anzahl (NPUE) und die Veränderung der gefangenen Felchen, dargestellt für verschiedene Tiefen (oben Grundnetze, unten Vertikalnetze). Rechts ist die Differenz zwischen den beiden Kampagnen für jede Tiefenklasse dargestellt.

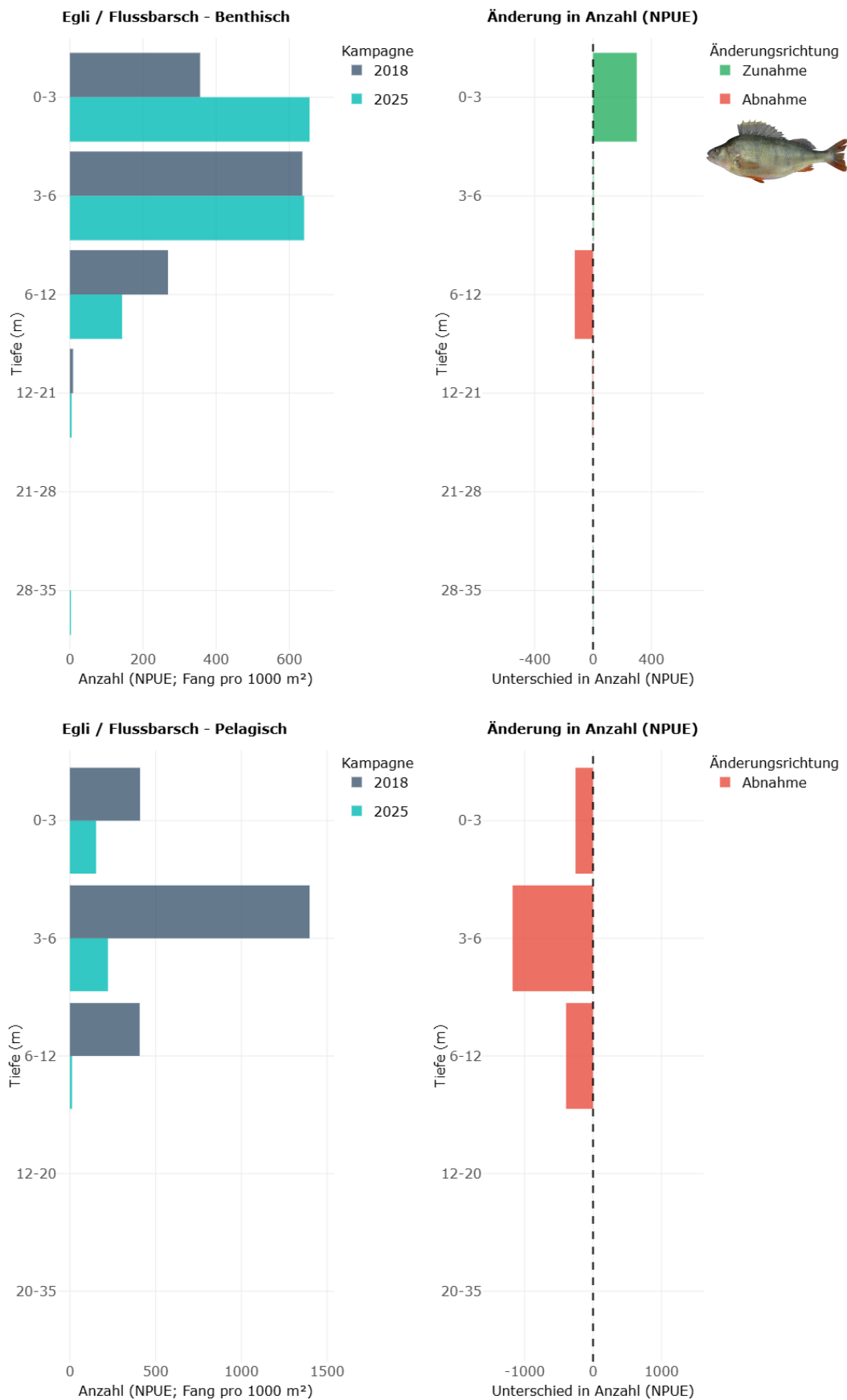


Abbildung 5-18. Die Anzahl (NPUE) und die Veränderung der gefangenen Flussbarsche, dargestellt für verschiedene Tiefen (oben Grundnetze, unten Vertikalnetze). Rechts ist die Differenz zwischen den beiden Kampagnen für jede Tiefenklasse dargestellt.

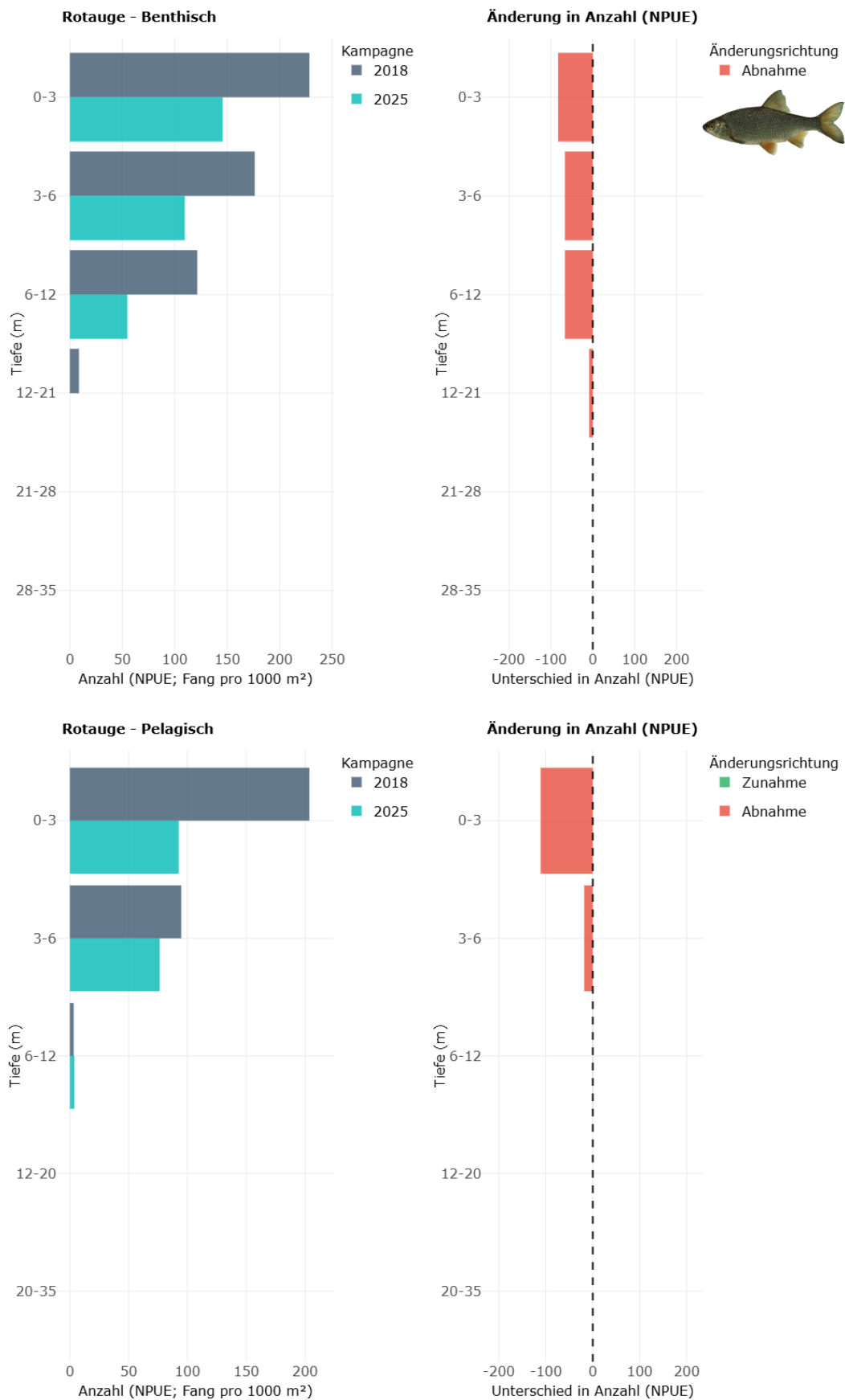
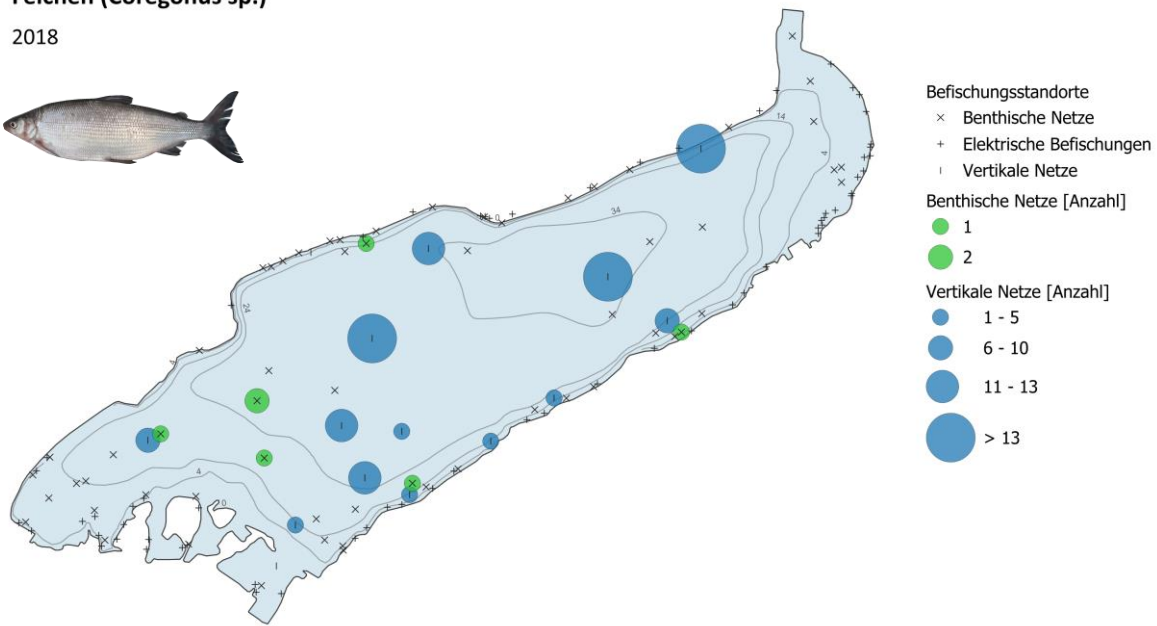


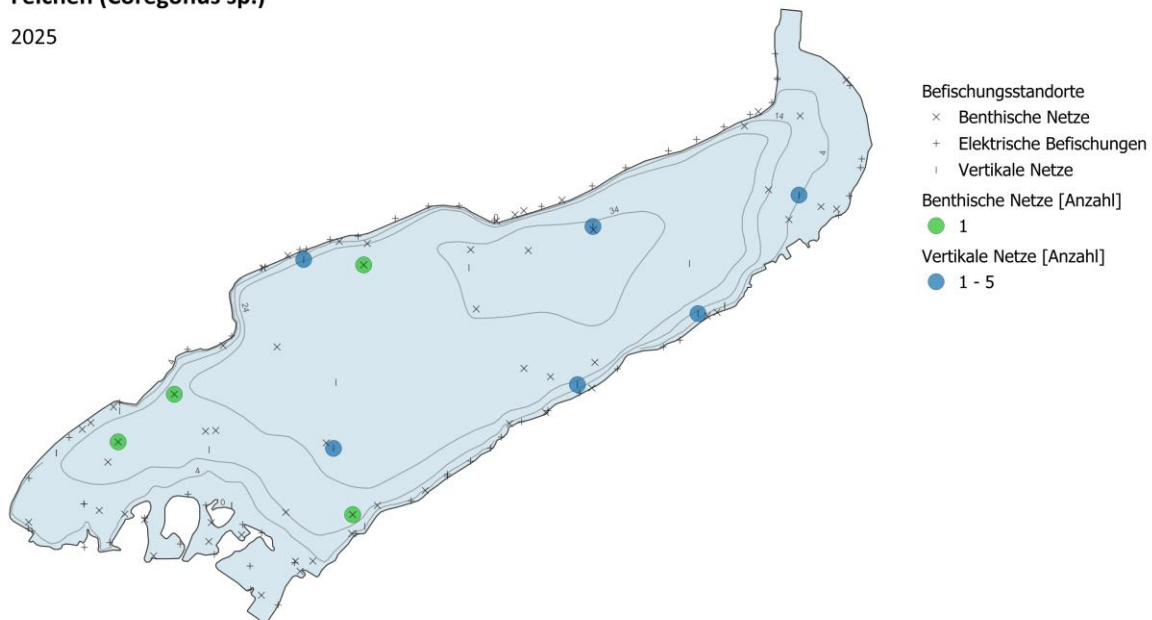
Abbildung 5-19. Die Anzahl (NPUE) der gefangenen Rotaugen, dargestellt für verschiedene Tiefen (oben: Grundnetze, unten: Vertikalnetze). Rechts ist die Differenz zwischen den beiden Kampagnen für jede Tiefenklasse dargestellt.

Felchen (*Coregonus* sp.)

2018

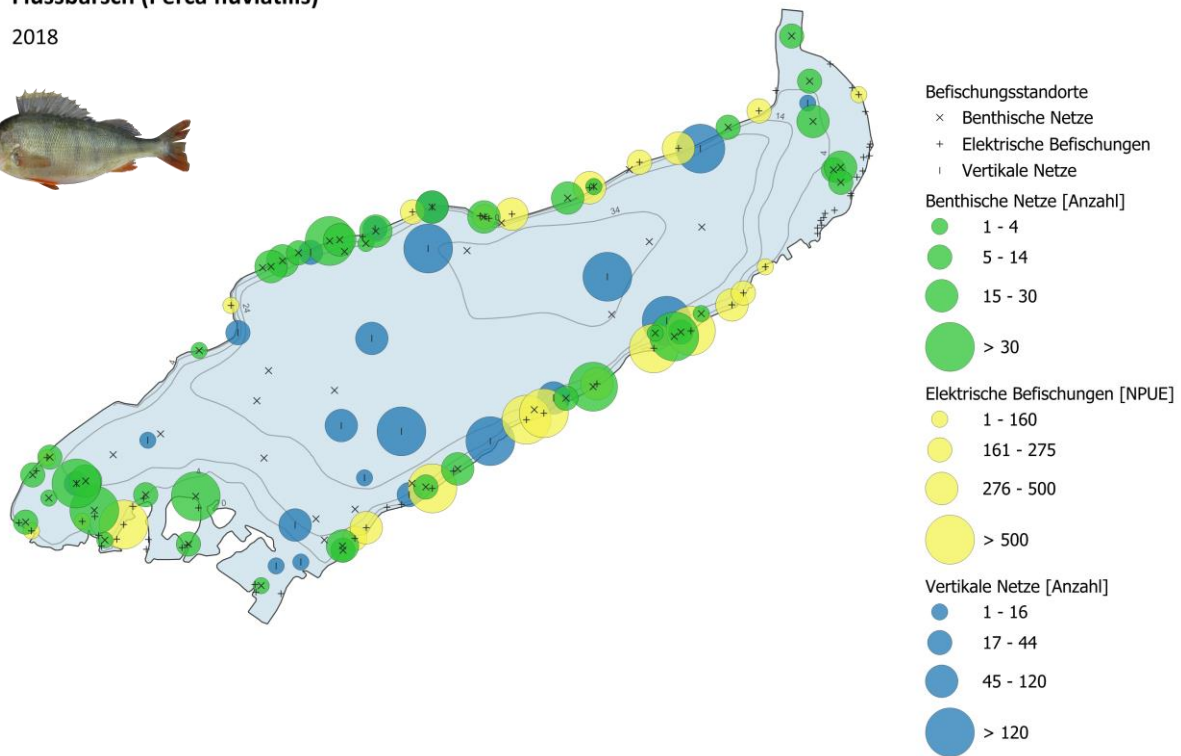
**Felchen (*Coregonus* sp.)**

2025

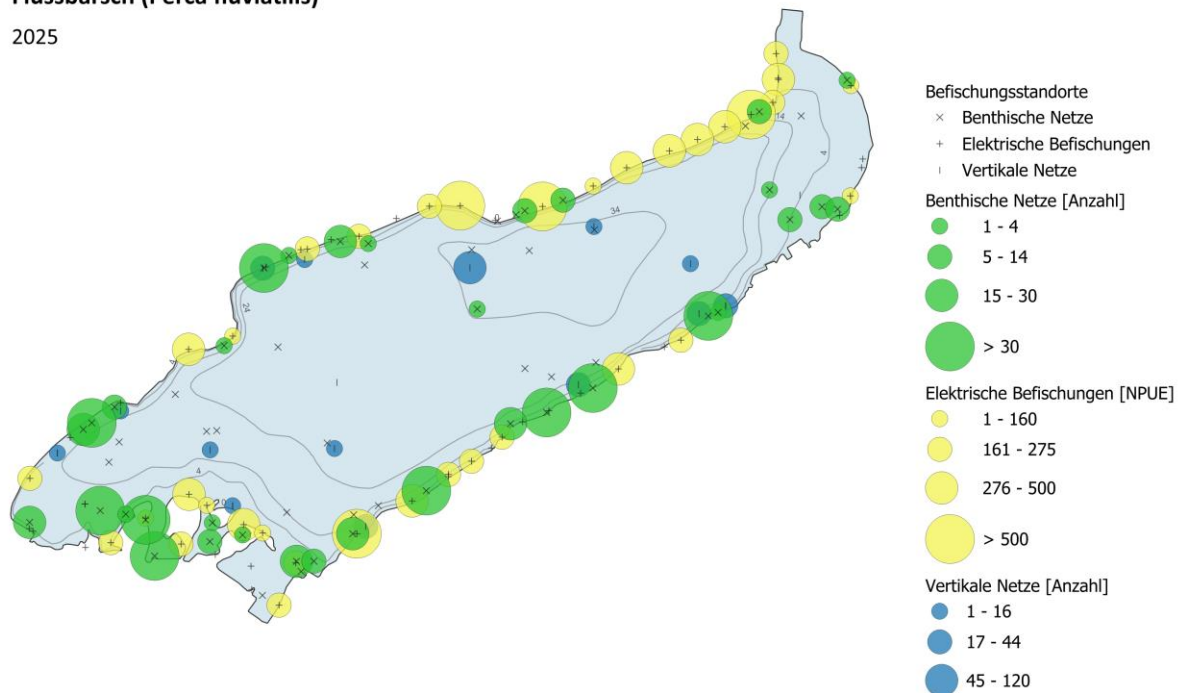
**Abbildung 5-20.** Geografische Verteilung der Felchenfänge im Alpachersee (alle Protokolle) im Jahr 2018 und 2025.

Flussbarsch (*Perca fluviatilis*)

2018

**Flussbarsch (*Perca fluviatilis*)**

2025

**Abbildung 5-21.** Geografische Verteilung der Flussbarschfänge im Alpnachersee (alle Protokolle) in den Jahren 2018 und 2025.**5.2.5 Längenverteilung**

Für die Felchen zeigt die Längenverteilung 2018 einen naturnahen Populationsaufbau, mit einer Dominanz von juvenilen Fischen (Abbildung 5-22). 2025 konnten demgegenüber nur noch wenige Felchen nachgewiesen werden. Die generelle Abnahme des Felchenbestands ist in allen Längenklassen zu erkennen.

Bei den Flussbarschen zeigt sich hingegen ein etwas anderes Bild (Abbildung 5-23). Zwar hat die Flussbarschdichte ebenfalls deutlich abgenommen, was

insbesondere in den Längen zwischen 80-110 mm zu erkennen ist, die Altersstruktur bleibt aber naturnah. Neben zahlreichen Jungfischen wurden 2025 auch adulte Individuen (>15 cm) sowie einige grosse Exemplare (>25 cm) nachgewiesen. Die jüngste nachgewiesene Altersklasse war 2025 etwas kleiner als noch 2018.

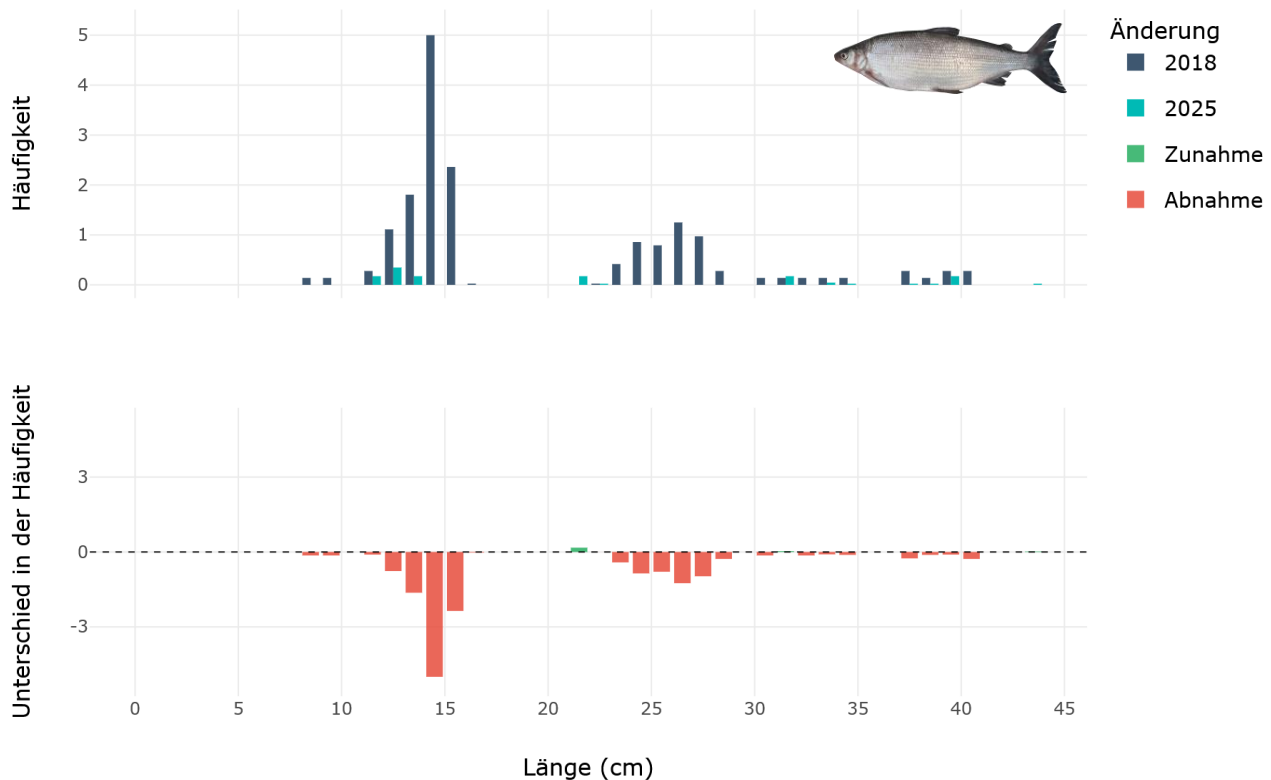


Abbildung 5-22. Längenverteilung der Felchen (oben) und die Veränderung von 2025 im Vergleich mit 2014 (unten).

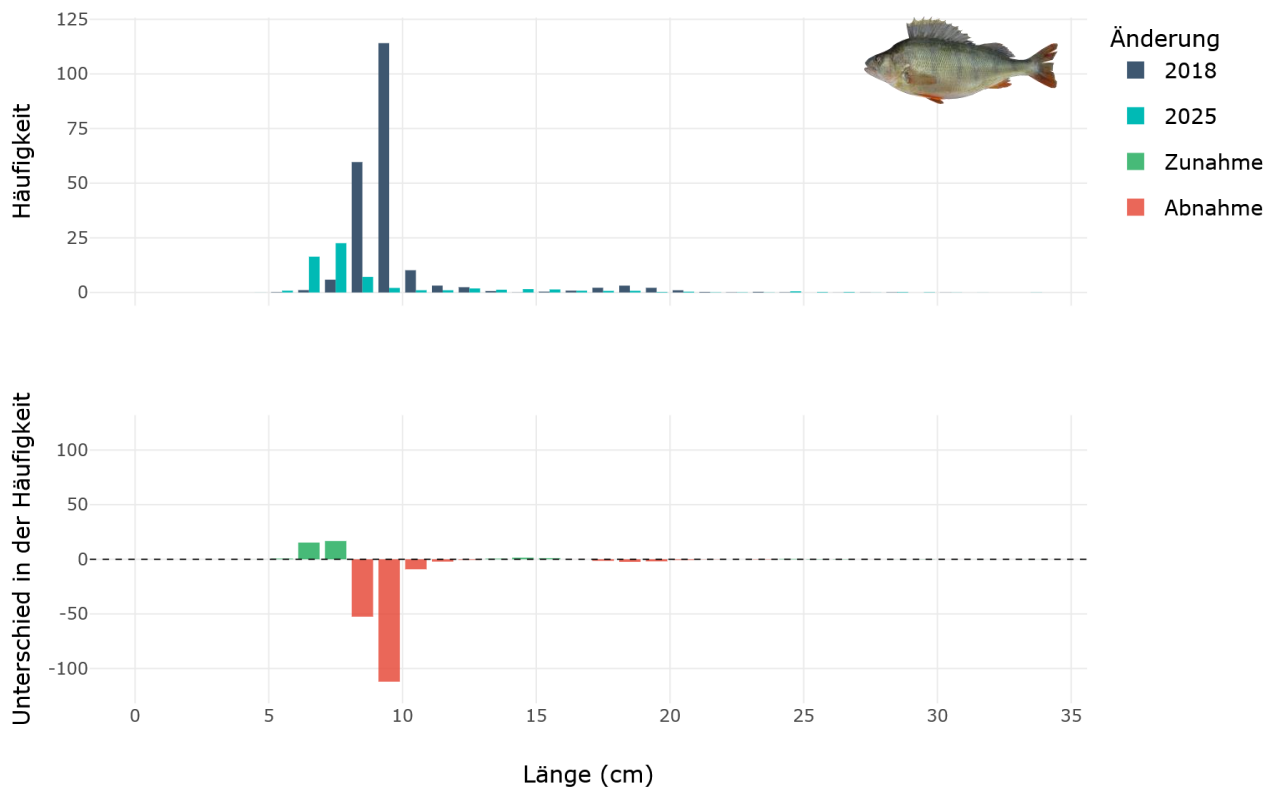


Abbildung 5-23. Längenverteilung der Flussbarsche (oben) und die Veränderung von 2025 im Vergleich mit 2014 (unten).

5.2.6 Körperkondition der Fische

Die Analyse des Fulton-Konditionsfaktors (K) zeigt statistisch signifikante Veränderungen bei zwei im benthischen Lebensraum häufigen Arten: dem Flussbarsch und dem Kaulbarsch. Für beide Arten wurde in den Grössenklassen 0–9.9 cm und 10–19.9 cm eine Abnahme des Konditionsfaktors festgestellt (Abbildung 5-24). Für alle übrigen untersuchten Arten sind die Ergebnisse nicht signifikant.

Dieser Trend deutet darauf hin, dass die Individuen im Durchschnitt – unabhängig von ihrer Grösse – eine geringere körperliche Kondition aufweisen als noch 2018. Dieses Ergebnis lässt auf Veränderungen

der Umwelt- oder trophischen Bedingungen schliessen, die Wachstum oder physiologischen Zustand dieser Arten in verschiedenen Entwicklungsstadien beeinflussen können.

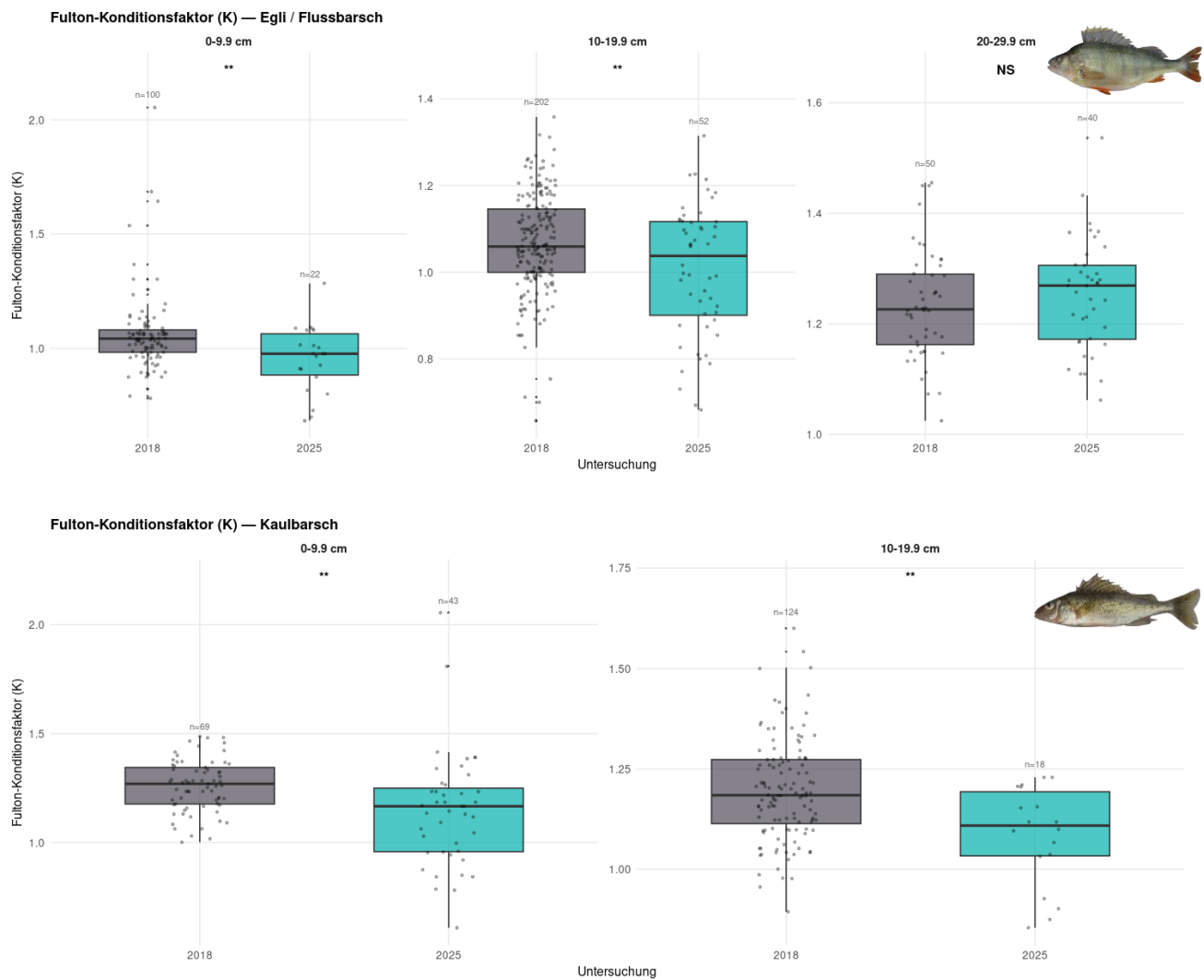


Abbildung 5-24. Vergleich der Konditionsfaktoren von Flussbarsch und Kaulbarsch im Alpnachersee zwischen 2018 und 2025 (* $p < 0.05$, ** $p < 0.01$, *** $p < 0.001$, NS = nicht signifikant).

5.2.7 Vergleich Artenzusammensetzung mit Fangstatistik der Berufsfischer

Der Vergleich der relativen Häufigkeiten der Fischarten in den Fängen des Berufsfischers mit den Ergebnissen der standardisierten Befischung zeigt ein sehr unterschiedliches Abbild der Artenzusammensetzung im See. So ist der Anteil Felchen in den Fängen des Berufsfischers viel höher als in den standardisierten Untersuchungen. Demnach wird der Anteil Felchen am Fischbestand im See durch die gezielte Fischerei auf Felchen überschätzt, während andere

Fischarten in den Fangstatistiken unterschätzt oder nicht nachgewiesen werden (Abbildung 5-25).

Dieser Vergleich zeigt erneut, dass standardisierte Befischungen hilfreich sind, um eine vergleichbare Abschätzung der Artenzusammensetzung der Fische zu erhalten und deren Entwicklung über die Zeit zu verfolgen.

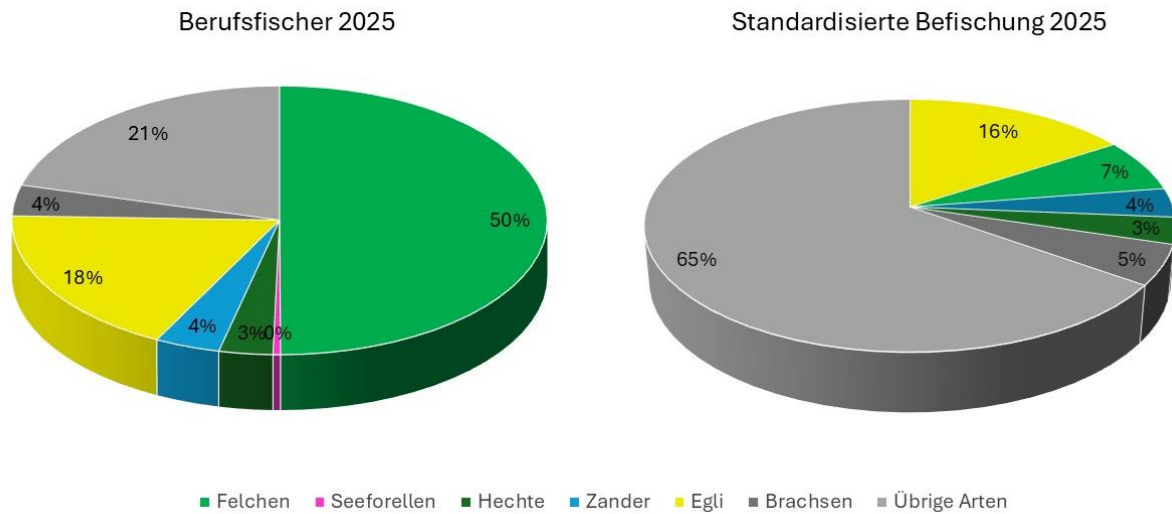


Abbildung 5-25. Anteil der verschiedenen Fischarten im Fang der Berufsfischer und der standardisierten Befischungen (volumenkorrigierte Biomasse) im Jahr 2025.

6 Vergleich zwischen Seen

6.1.1 Fischartenzusammensetzung

Auf Grundlage der nach Netzfläche und relativer Habitatverfügbarkeit gewichteten Fänge entspricht der Vierwaldstättersee heute knapp noch einem Felchensee (Abbildung 6-1). Die Fischgemeinschaft wird von Felchen dominiert. Andere Arten wie Flussbarsch, Saiblinge und Cypriniden tragen ebenfalls zur Gesamtzusammensetzung bei. Der Vergleich mit 2014 zeigt, dass die fischökologische Typologie des Sees sich etwas in Richtung Flussbarsche verschoben hat (Abbildung 6-2).

Demgegenüber zeigt sich für den Alpachersee ein anderes Bild (Abbildung 6-1). Die Fischgemeinschaft

entspricht heute der eines Flussbarschsees mit hohem Rotaugenanteil. Im Vergleich zu 2018 sind Flussbarsche, Felchen und Lauben im Pelagial zurückgegangen.

Der Vergleich zwischen den beiden Seen verdeutlicht somit unterschiedliche Entwicklungen. Während der Vierwaldstättersee weiterhin eine von Felchen dominierte Fischgemeinschaft aufweist, hat der Alpachersee zwischen den beiden Untersuchungen eine stärkere Veränderung seiner Artenzusammensetzung erfahren.

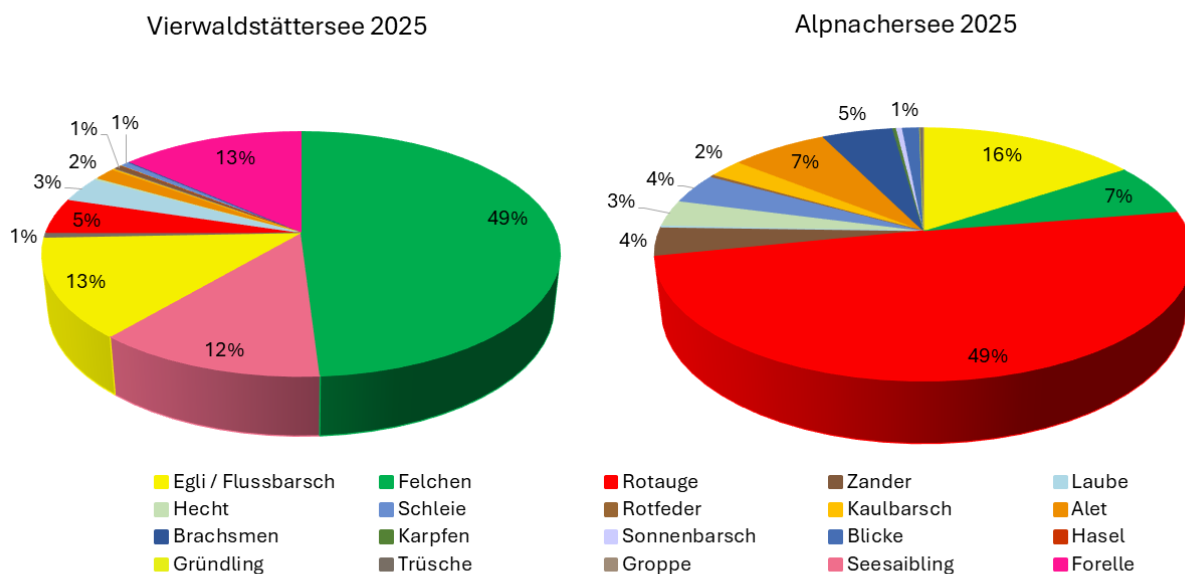


Abbildung 6-1. Anteil der verschiedenen Fischarten der standardisierten Befischungen von 2025 für den Alpachersee und den Vierwaldstättersee.

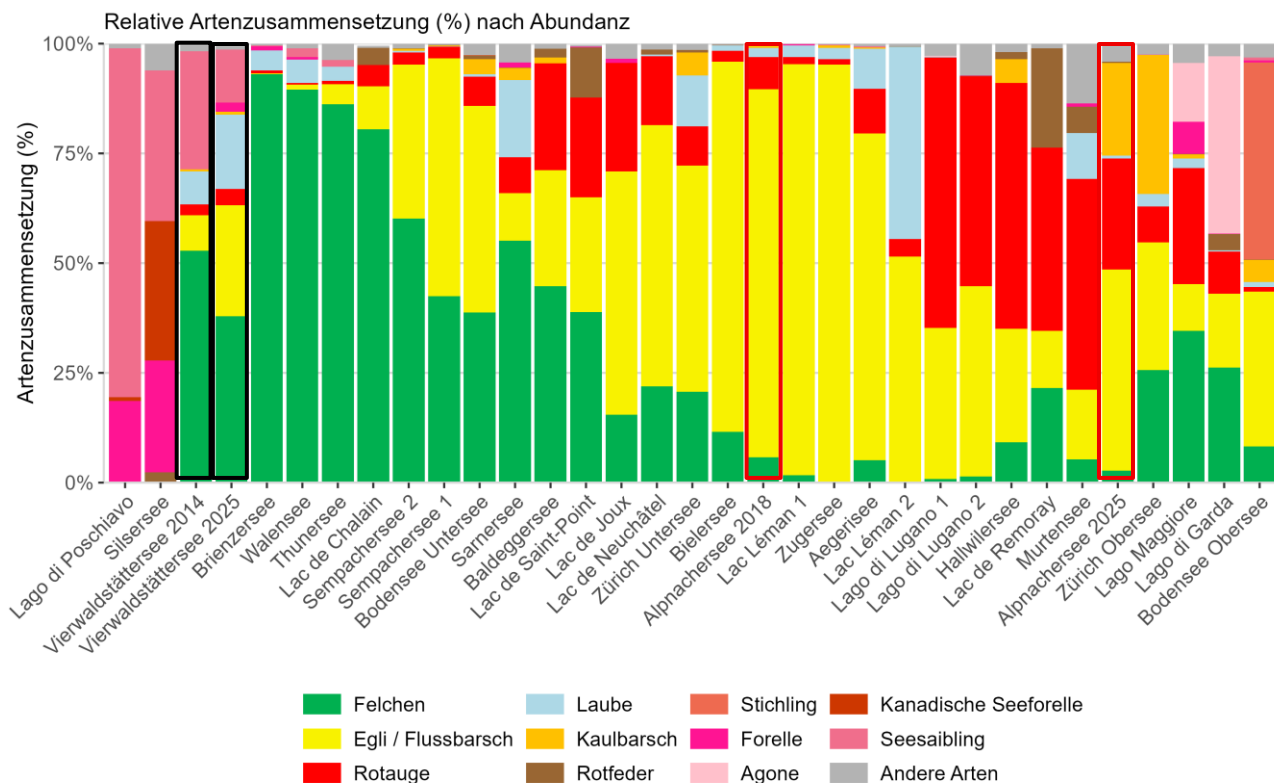


Abbildung 6-2. Vergleich der relativen Häufigkeit der Fänge der einzelnen Arten (Anzahl Fische), die in den verschiedenen Seen in Vertikalnetzen gefangen wurden. Die Daten sind flächenkorrigiert, um zwischen den Seen vergleichen zu können.

6.1.2 Vergleich Gesamtfischbestand der Seen

Im Vergleich zu den anderen untersuchten Seen und unter Berücksichtigung aller Arten hat der Vierwaldstättersee im Jahr 2025 bezüglich der untersuchten Aspekte fischökologisch insgesamt ein besseres Gesamtbild abgegeben als 2014, hauptsächlich aufgrund einer Zunahme der gefangenen Biomasse (Abbildung 6-3).

Im Gegensatz zum positiven Trend, der im Vierwaldstättersee beobachtet werden konnte, hat der Alpnachersee einen anderen Eindruck hinterlassen. Befand sich der Alpnachersee 2018 noch unter den produktivsten Seen in Bezug auf die Anzahl gefangener

Fische, liegt er 2025 am unteren Ende der Rangliste der verschiedenen standardisiert untersuchten Seen im Alpenraum (Abbildung 6-3).

Wenn dabei nur die Felchen betrachtet werden, zeigt sich ein ähnliches Bild (Abbildung 6-3). Im Vierwaldstättersee haben sowohl Dichte und Biomasse zugenommen. Dabei befindet sich der Vierwaldstättersee im Mittelfeld der verschiedenen Seen im Alpenraum. Im Alpnachersee hat die Dichte und die Biomasse deutlich abgenommen und 2025 lag der See am unteren Ende der Skala der verschiedenen Seen.

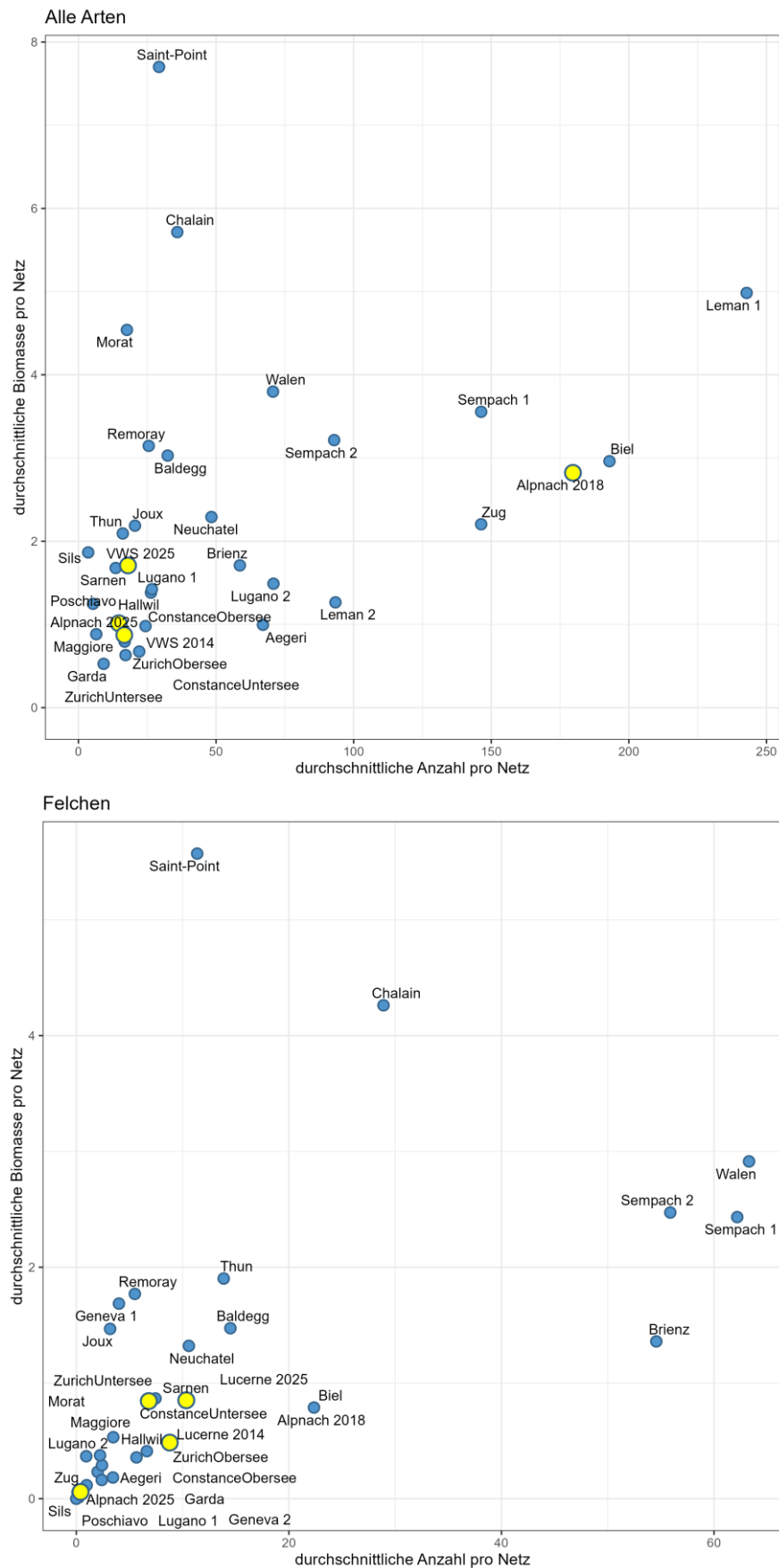


Abbildung 6-3. Darstellung der mittleren Fangzahlen pro Netz für die untersuchten Seen. Auf der x-Achse ist die durchschnittliche Anzahl Individuen pro Netz dargestellt, auf der y-Achse die durchschnittliche Biomasse pro Netz. Jeder Punkt entspricht einem See. Oben: Für alle Fischarten; Unten: nur für Felchen.

6.1.3 Vergleich des Bestands an fangbaren Fischen zwischen Seen

Die reine Artzusammensetzung und die Dichte einer Fischart in einem See sagen nur wenig darüber aus, wie gross der fangbare Fischbestand für Angel- und Berufsfischer ist. Aus diesem Grund wurden für die hier dargestellten Ergebnisse nur Felchen ab einer Länge von mindestens 25 cm und Flussbarsche ab mindestens 20 cm berücksichtigt. Diese Analyse liefert damit ein besseres Bild davon, wie gross der fangbare Fischbestand im See im Herbst eines Jahres ist. Dieser Wert gibt jedoch keine Auskunft darüber, wie schnell sich dieser Bestand erneuert.

Bezüglich der Felchen hat sich der Anteil der für die Fischerei verfügbaren Fische (> 25 cm) in den beiden untersuchten Seen stark verändert, allerdings in entgegengesetzte Richtungen. Im Jahr 2014 lag der Vierwaldstättersee bei Anwendung der standardisierten

Methodik im unteren Bereich der untersuchten Seen, während er heute eine fischereilich attraktive Position einnimmt – zwischen dem Murtensee und dem Bielersee, zwei Seen, die als produktiv gelten (Abbildung 6-4).

Der Alpnachersee gehörte 2018 noch zu den produktiven Seen für die Felchenfischerei. Die im Jahr 2025 durchgeführte Studie zeigt jedoch, dass sich die Situation verändert hat und der See nun im unteren Bereich der Fangattraktivität liegt, zwischen dem Luganersee und dem Gardasee.

Bezüglich des Flussbarsches hat der Anteil von Fischen attraktiver Grösse für die Fischerei (> 20 cm) im Jahr 2025 sowohl im Vierwaldstättersee als auch im Alpnachersee zugenommen (Abbildung 6-5).

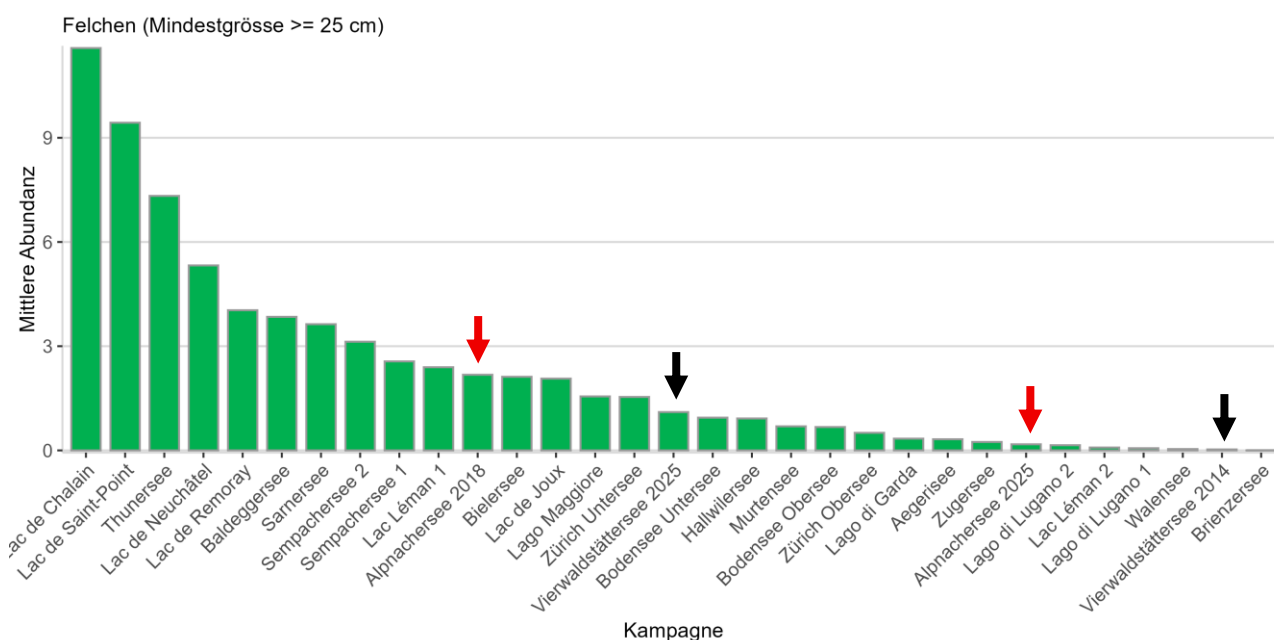


Abbildung 6-4. Durchschnittliche Biomasse des gesamten Sees an fangbaren Felchen (> 25 cm) pro vertikaler Netzbatterie. Die Fänge wurden vertikal durch die Wassersäule summiert. Der gewichtete Durchschnitt für den gesamten See wurde auf der Grundlage der Fläche der Tiefenzonen berechnet.

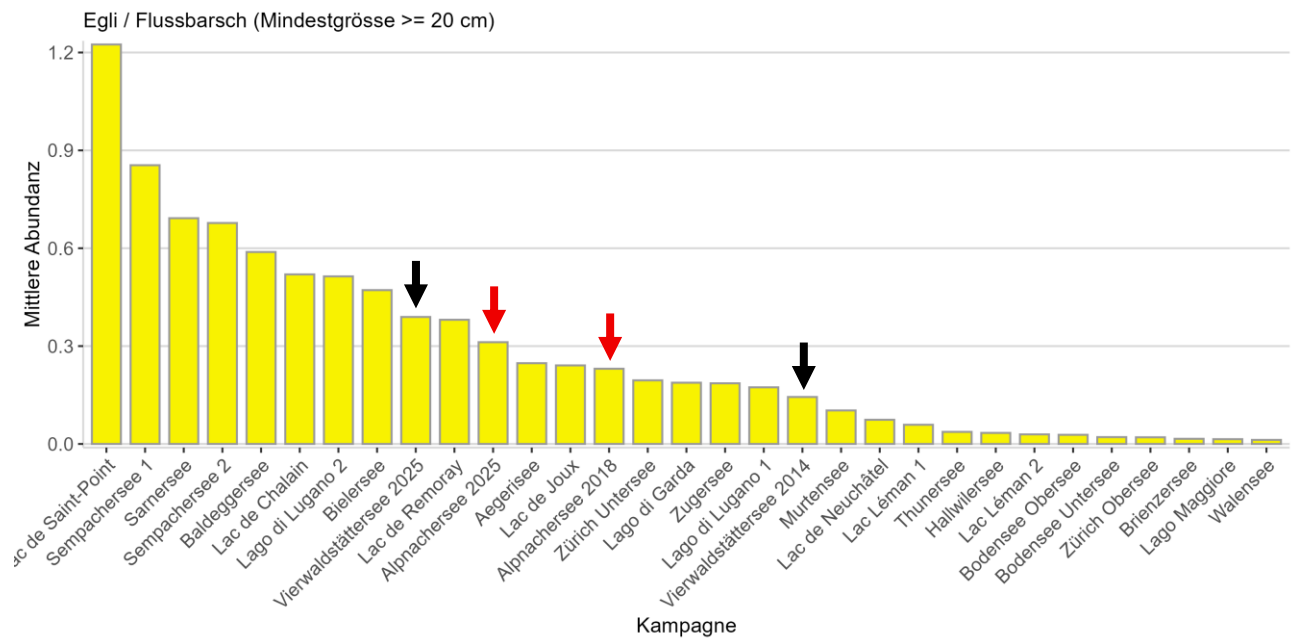


Abbildung 6-5. Durchschnittliche Biomasse des gesamten Sees an fangbaren Flussbarschen (> 20 cm) pro vertikaler Netzbatterie. Die Fänge wurden vertikal durch die Wassersäule summiert. Der gewichtete Durchschnitt für den gesamten See wurde auf der Grundlage der Fläche der Tiefenzonen berechnet.

7 Synthese

7.1 Vierwaldstättersee

7.1.1 *Physikalische und chemische Eigenschaften*

Die Phosphormessreihen zeigen, dass der bis Ende der 1980er-Jahre stark mit Nährstoffen belastete (nährstoffreiche) See, seit den 1990er-Jahren Konzentrationen aufweist, die einem oligotrophen Zustand entsprechen. Allerdings wurde in den letzten Jahren einzelne leicht höhere Konzentrationen festgestellt.

Die seit Mitte der 1960er-Jahre gemessenen Temperaturprofile zeigen eine ausgeprägte saisonale Dynamik mit thermischer Schichtung im Sommer und vollständiger Durchmischung der Wassersäule im Winter. Im Spätherbst liegt die Thermokline in etwa zwischen 15 und 25 m Tiefe, während im Winter die Wassersäule bis in rund 150 m Tiefe homogen wird, was eine für das aquatische Leben notwendige vertikale Durchmischung ermöglicht. Die Analyse der Zeitreihen zeigt zudem eine fortschreitende Erwärmung des Sees, die sich nicht nur in den Oberflächengewässern, sondern auch in grösseren Tiefen bemerkbar macht.

Die Sauerstoffprofile zeigen, dass die Wassersäule über einen grossen Teil der ersten 150 m sowohl im Herbst als auch im Winter gut mit Sauerstoff versorgt ist. Die Konzentrationen liegen in der Regel bis in etwa 135 m Tiefe über 4 mg/l, was auf eine effiziente Durchmischung und eine ausreichende Sauerstofferneuerung in den mittleren Wasserschichten hinweist. Unterhalb dieser Tiefe nehmen die Konzentrationen jedoch ab und unterschreiten den Wert von 4

mg/l, der für viele Fischarten als kritisch gilt, was den Lebensraum für Fische in grossen Tiefen des Vierwaldstättersees einschränkt. Dabei ist zu beachten, dass dieses Sauerstoffdefizit wohl nicht in allen Seebecken gleich ausgeprägt auftritt. Im Urnersee ist z.B. bekannt, dass dieses Becken i.d.R. höhere Sauerstoffwerte in der Tiefe aufweist.

Insgesamt weist der Vierwaldstättersee heute noch einen guten limnologischen Zustand auf, der seit den 1990er-Jahren durch relativ gute Sauerstoffversorgung der Wassersäule und eine effiziente winterliche Durchmischung gekennzeichnet ist. Die beobachteten Entwicklungen zeigen jedoch eine fortschreitende Erwärmung des Sees sowie eine schwach sauerstoffversorgte Zone in den tiefsten Schichten. Weiter ist die Entwicklung des Phosphorgehalts im Auge zu behalten, da sich ein Anstieg mittelfristig auf die tiefenangepassten Fischarten wie Seesaibling, Trüsche, Edelfisch und Groppe negativ auswirken könnte. Der Edelfisch ist im Vierwaldstättersee bereits einmal knapp nicht Aussterben [22], was sich nicht wiederholen sollte. Zusätzlich könnte auch das kürzliche nachgewiesene Auftreten der Quaggamuschel im Seesystem mittel- und langfristig zu bedeutenden Veränderungen des Ökosystems führen. Im unteren Seeteil wurde die Muschel im Rahmen der Befischungen schon sehr häufig festgestellt und eine rasche Verbreitung ist zu erwarten. Dies dürfte sich wie auch in anderen Seen auf den Fischbestand des Sees auswirken.

7.1.2 Uferhabitate

Die Uferlebensräume des Vierwaldstättersees sind insgesamt vielfältig und bieten günstige Bedingungen für die Fischfauna. Ihre Verteilung variiert jedoch stark zwischen den einzelnen Seebecken, die jeweils durch spezifische Habitate geprägt sind. Die Buchten von Horw und Küsnacht weisen vermehrt organische Habitate (Schilf, Wasserpflanzen, Totholz) sowie Feinsedimente auf, während tiefere Becken wie das Vitznauerbecken, der Gersauersee oder der Urnersee hauptsächlich von mineralischen Substraten wie Blöcken und Fels dominiert werden. Die Luzerner Bucht ist hingegen stark verbaut.

Der Vergleich der Kartierungen von 2014 und 2025 zeigt insgesamt nur wenige Veränderungen. Die beobachteten Entwicklungen sind vor allem auf menschliche Eingriffe zurückzuführen: Einerseits wurde die Fläche natürlicher Lebensräume wie Schilfbestände und Totholz im Zusammenhang mit

verschiedenen Revitalisierungsprojekten im Uferbereich (insbesondere im Reussdelta) vergrössert, andererseits kam es zu einer Ausdehnung bestimmter Hafeninfrastrukturen.

Aus ökomorphologischer Sicht bleibt jedoch ein grosser Teil der Ufer beeinträchtigt. Rund 65 % der Uferlinie weisen einen unzureichenden Zustand auf. Naturnahe Uferabschnitte befinden sich vor allem in weniger zugänglichen oder steilen Bereichen, während Beeinträchtigungen hauptsächlich in der Nähe von Siedlungsgebieten konzentriert sind.

Insgesamt kann das Litoral des Vierwaldstättersees im Vergleich zu anderen Schweizer Seen als durch einen hohen Grad an Uferverbauung geprägt betrachtet werden. Dennoch sind über den gesamten See hinweg attraktive und vielfältige Lebensräume für Fische vorhanden.

7.1.3 Fischgemeinschaft

7.1.3.1 Artenvielfalt

Im Rahmen der Befischungen von 2025 wurden 22 Fischarten im Vierwaldstättersee nachgewiesen, gegenüber 20 im Jahr 2014. Dabei wurden 2025 drei 2014 nicht gefundene Arten nachgewiesen, deren vorkommen jedoch bekannt war:

- Der Sonnenbarsch, eine invasive gebietsfremde Art, wurde 2025 in der Horwer Bucht festgestellt.
- Die Rotfeder wurde 2025 an verschiedenen Stellen nachgewiesen.
- Zudem wurden juvenile Äschen an der Mündung des Gruonbachs unterhalb des Wasserfalls gefangen.

Die Barbe wurde 2025 trotz Elektrobefischungen und Netzfängen in Zuflusssnähe sowie am Ausfluss der Reuss nicht mehr nachgewiesen. Mehrere historisch belegte Arten wie Schneider, Bachneunauge, Nase oder Strömer sind primär an Fliessgewässer gebunden und treten vermutlich nur sporadisch im See auf. Andere Arten wie Blicke oder Karpfen wurden trotz Erwähnung in Literatur oder Fangstatistiken 2025 nicht festgestellt. Wanderarten wie Aal und Atlantischer Lachs steigen heute aufgrund von Wanderhindernissen nicht mehr natürlich bis in den Vierwaldstättersee auf.

7.1.3.2 Abundanz und Biomasse

Auf Grundlage der volumenkorrigierten Fänge zeigt sich zwischen 2014 und 2025 insgesamt eine stabile Anzahl an Fischen, während die Biomasse etwas zugenommen hat. Auf Artniveau ist eine Zunahme bei

Forellen und Schleien festzustellen. Trotz dieser Veränderungen bleibt die Artenzusammensetzung weiterhin von Felchen dominiert, was die ursprüngliche

Typologie als Felchensee bestätigt. Eine Verschiebung in Richtung Flussbarsche ist allerdings zu erkennen, insbesondere weil Flussbarsche im Pelagial häufiger wurden.

Im Uferbereich ist eine deutliche Zunahme des Gründlings sowohl in Anzahl als auch in Biomasse zu beobachten, begleitet von einer Ausweitung seines Verbreitungsgebiets im See. Die Art konzentriert sich aber vor allem in den Buchten von Horw und Küssnacht sowie in den sandigen Bereichen der Deltas der Reuss und der Muota. Zudem wurde eine Zunahme der Forellen festgestellt, während die Trüsche eine abnehmende Tendenz zeigt.

In der benthischen Zone bleiben die Gesamtfänge zwischen 2014 und 2025 stabil, wenn alle Arten berücksichtigt werden. Auf Artniveau zeigt sich eine Zunahme vor allem bei Cypriniden (Alet, Hasel, Schleie und Rotaugen) sowie beim Flussbarsch. Rückgänge betreffen hauptsächlich Arten der tiefen Bereiche wie Saiblinge und Groppen. Die Abnahme der Saiblinge wird auch durch die Fangstatistiken der Berufsfischer bestätigt. Die Trüsche, ebenfalls eine typische Art tiefer Zonen, zeigt ebenfalls eine abnehmende

Tendenz in Anzahl und Biomasse, allerdings ohne statistische Signifikanz.

In der pelagischen Zone zeigt sich eine Zunahme der gesamten Biomasse der gefangenen Fische, ohne signifikante Veränderung der Gesamtanzahl. Auf Artniveau ist insbesondere eine signifikante Zunahme der Forellen festzustellen.

Diese beobachteten Veränderungen könnten mit Veränderungen der physikalisch- und chemischen Eigenschaften im See zusammenhängen. Die Erwärmung des Sees begünstigt wärmeliebende Arten wie Cypriniden. Demgegenüber könnte das Sauerstoffdefizit in den tiefen Wasserschichten sowie die Zunahme der Nährstoffe den Rückgang der in der Tiefe lebenden Fischarten erklären.

Da bei verschiedenen Fischarten, insbesondere bei befischten Arten wie den Felchen und den Flussbarschen vermehrt grössere Fische festgestellt wurden, kann zudem davon ausgegangen werden, dass der verminderte Befischungsdruck der Berufsfischer sich auf den Fischbestand ausgewirkt hat, indem nun mehr ältere und grössere Fische im Bestand verbleiben.

7.1.3.3 Räumliche Verteilung der Fische

Die höchste Fischdichte aller Arten in benthischen Netzen wird zwischen 0 und 20 m Tiefe festgestellt, wobei Fische in allen Tiefen gefangen wurden. In pelagischen Vertikalnetzen konzentrieren sich die Fänge hauptsächlich zwischen der Oberfläche und 50 m, mit vereinzelt Vorkommen bis etwa 125 m. Auf Artniveau besiedeln Flussbarsche im benthischen Lebensraum vor allem die oberflächennahen

Schichten (0–20 m). Felchen konzentrieren sich im pelagischen Bereich auf mittlere Tiefen (ca. 12–75 m, mit einem Maximum zwischen 20 und 35 m), während Seesaiblinge eine Verteilung bis in grosse Tiefen (bis etwa 125–150 m) zeigen, jedoch nicht darunter gefangen wurden.

7.1.3.4 Schlussfolgerung Fischgemeinschaft

Die Fischgemeinschaft des Vierwaldstättersees ist seit 2014 relativ stabil und behält ihren Charakter als Felchensee bei. Die Zunahme der Biomasse im pelagischen Lebensraum, der einen grossen Teil des Sees ausmacht, kann als eine positive Entwicklung gewertet werden. Die jüngste Zunahme mehrerer wärmeliebender Arten wie Karpfenartigen dürfte in

Zusammenhang mit der fortschreitenden Erwärmung des Seewassers stehen. Einen Einfluss der trophischen Veränderungen durch die Zunahme im Phosphorgehalt kann jedoch nicht ausgeschlossen werden. Bedenklich ist die Abnahme der Fischdichte, insbesondere der Groppen und Trüschchen in den tiefsten Bereichen des Sees. Trotzdem kann der Zustand des Fischbestands insgesamt als naturnah

eingestuft werden. Allerdings könnte dieses aktuell beobachtete Gleichgewicht in den nächsten Jahren durch die Ausbreitung der Quaggamuschel, durch

die fortschreitenden direkten und indirekten Auswirkungen des Klimawandels oder durch die möglicherweise wieder zunehmende organische Belastung des Sees in Frage gestellt werden.

7.1.4 Fischereiliche Nutzung

Die Fischerei im Vierwaldstättersee basiert hauptsächlich auf der Nutzung der verschiedenen Felchenarten. Weitere Arten wie Flussbarsch, Hecht, Cypriniden sowie in geringerem Umfang Forellen und Seesaiblinge tragen ebenfalls zu den Fängen bei. Die Angelfischerei spielt eine nicht zu vernachlässigende Rolle und macht heute rund 20 % der Gesamtfänge aus, mit einer steigenden Tendenz in den letzten Jahrzehnten.

Die Fischereistatistiken zeigen seit dem Ende der 1980er-Jahre einen deutlichen Rückgang der Gesamtfänge. Dieser Rückgang betrifft insbesondere Felchen, deren Fänge stark abgenommen haben und heute historisch niedrige Werte erreichen. Die Fänge von Flussbarschen bleiben langfristig insgesamt stabil, trotz jährlicher Schwankungen. Beim Hecht und bei der Forelle wird ein zunehmender Anteil der Fänge durch die Angelfischer gefangen, während die

Gesamtfänge relativ stabil bleiben. Die Karpfenartigen, die früher einen bedeutenden Anteil an den Fängen ausmachten, spielen heute eine eher untergeordnete Rolle.

Die Interpretation der Fangstatistiken muss jedoch differenziert erfolgen, da die Fänge vom betriebenen Fischereiaufwand abhängig sind. Seit 2017 zeigen die verfügbaren Daten eine Abnahme der Intensität der Netzfischerei durch die Berufsfischer, mit einer Reduktion der gesetzten Netze um etwa 40 %. Vor diesem Hintergrund spiegelt der Rückgang der Gesamtfänge nicht zwangsläufig eine Abnahme der Bestände wider. Tatsächlich weisen die nach Aufwand korrigierten Fänge (CPUE) auf eine leichte Zunahme der Erträge bei Felchen und Forellen hin, während jene der Seesaiblinge rückläufig sind. Die Erträge von Flussbarschen und Cypriniden erscheinen hingegen insgesamt stabil zu sein.

7.2 Alpnachersee

7.2.1 Physikalische und chemische Eigenschaften

Der Alpnachersee wird als Teilbecken des Vierwaldstättersees betrachtet, der sich limnologisch von den übrigen Becken unterscheidet. Es handelt sich um einen relativ flachen mesotrophen Voralpensee, der sich heute langsam zum oligotrophen Zustand bewegt. Die Gesamtphosphorkonzentrationen sind seit Ende der 1990er-Jahre kontinuierlich zurückgegangen, was auf eine schrittweise Verbesserung des trophischen Zustands hinweist. 2019 wurde zwar ein punktueller Anstieg beobachtet, aktuell liegen die Konzentrationen jedoch wieder unter 10 mg/m³.

Die Temperaturprofile zeigen, dass die Oberflächentemperaturen im Sommer regelmässig über 20 °C liegen, was den Alpnachersee als Voralpensee mit warmem Oberflächenwasser charakterisiert. Der See weist eine ausgeprägte saisonale Dynamik auf, mit thermischer Schichtung im Sommer und vollständiger Durchmischung der Wassersäule im Winter. Die Analyse der Temperaturprofile zeigt zudem eine fortschreitende Erwärmung des Sees seit Ende der 1990er-Jahre.

Die Sauerstoffkonzentration gegen Ende des Sommers nimmt mit zunehmender Tiefe stark ab und

kann bereits ab etwa 7 m unter 4 mg/l fallen. Dadurch werden die für Fische verfügbaren Lebensräume vorübergehend eingeschränkt. Im Winter ist die Sauerstoffkonzentration hingegen in der gesamten Wassersäule homogen, was die vollständige Durchmischung des Sees bestätigt.

Insgesamt hat sich der limnologische Zustand des Alpnachersees in den letzten Jahrzehnten verbessert und ist auf dem Weg zu einem oligotrophen Niveau. Er bleibt jedoch beeinträchtigt, insbesondere

7.2.2 Uferhabitate

Das Ufer des Alpnachersees weist eine Vielfalt an Lebensräumen auf, deren Ausprägung je nach Abschnitt variiert. Für Fische vielfältige Lebensräume befinden sich insbesondere am Südwestufer, im Bereich der Deltas der Sarner Aa und der Kleinen Schliere. Diese Zonen zeichnen sich durch eine Mosaikstruktur verschiedener Lebensräume aus, darunter Zuflüsse mit teilweise ausgeprägter Deltabildung (Kleine Schliere), Kiesflächen, Blöcken sowie Wasserpflanzen- und Schilfbestände. Das kürzlich durchgeführte Revitalisierungsprojekt (Aufwertung Südufer Alpnachersee, ASA) trägt zur Verbesserung der ökologischen Qualität dieser zuvor stark beeinträchtigten Bereiche bei. Zurzeit ist ein weiteres Revitalisierungsprojekt (Aufwertung Südufer Alpnachersee +, ASA+) in der Umsetzung, welches die litoralen Lebensräume im Südufer des Alpnachersees weiter verbessern wird. Die Ergebnisse der in diesem Zusammenhang durchgeführten Befischungen bestätigen die Funktion dieses Abschnitts als ökologischen Hotspot, in dem allein 17 Fischarten nachgewiesen wurden [23].

Der Vergleich der Uferlebensräume zwischen 2018 und 2025 anhand der Kartierungen zeigt, dass die grundlegende Struktur des Litorals weitgehend unverändert geblieben ist. Die beobachteten Veränderungen stehen hauptsächlich im Zusammenhang mit

durch das ausgeprägte Sauerstoffdefizit in den tieferen Wasserschichten während der sommerlichen Schichtung (infolge geringer Tiefe) so-wie durch die Erwärmung des Seewassers infolge des Klimawandels. Zudem dürfte, wie auch im restlichen Vierwaldstättersee, das kürzliche Auf-treten der Quagamuschel im Seesystem mittel- bis langfristig zu bedeutenden Veränderungen des Ökosystems führen.

den in den letzten Jahren umgesetzten Revitalisierungsmassnahmen und sind als positiv für die ökologische Qualität der Lebensräume zu bewerten.

Die ökomorphologische Bewertung der Ufer zeigt allerdings, dass rund 50 % der Uferlinie des Alpnachersees in einem unzureichenden Zustand sind. Naturnahe Uferabschnitte konzentrieren sich vor allem am Süd- und Südwestufer, während das Nordufer weitgehend verbaut ist.

Die Fangresultate zeigen zudem, dass die Fischdichten zwischen 2018 und 2025 am Ufer zugenommen haben. Dies unterstreicht die Bedeutung des Erhalts und – wo möglich – der Wiederherstellung dieser Lebensräume.

Insgesamt bietet das Ufer des Alpnachersees attraktive Lebensräume für die Fischfauna. Das Westufer stellt mit den Deltas der Kleinen Schliere und der Sarner Aa den ökologischen Hotspot des Sees dar, weist aber weiterhin Revitalisierungspotenzial auf. Die Uferlinie ist allerdings auf rund 50 % ihrer Länge beeinträchtigt, weshalb der aktuelle Zustand der Ufer und des Litorals des Alpnachersees insgesamt als beeinträchtigt einzustufen ist.

7.2.3 Fischgemeinschaft

7.2.3.1 Artenvielfalt

Im Rahmen der Untersuchung von 2025 wurden im Alpnachersee 20 Fischarten nachgewiesen, gegenüber 23 Arten in der Kampagne von 2018. Die Barbe, der Aal und das Bachneunauge wurden 2025 nicht mehr beobachtet. Unter den nachgewiesenen Arten sind zwei eingeführt (Sonnenbarsch und Zander), und der Kaulbarsch gilt als standortfremd. Mehrere historisch im See belegte Arten wie Schneider, Nase,

Strömer oder Elritze sind primär an Fließgewässer gebunden und wurden nicht nachgewiesen.

Während der Alpnachersee 2018 noch als Flussbarschsee charakterisiert werden konnte, entwickelt sich die Artenzusammensetzung im Jahr 2025 eher in Richtung derer eines Rotaugensees, hauptsächlich infolge der Abnahme von Flussbarschen und Felchen im Pelagial des Sees.

7.2.3.2 Abundanz und Biomasse

Auf Grundlage der volumenkorrigierten Fänge zeigt sich zwischen 2018 und 2025 eine deutliche Veränderung der Fischgemeinschaft. Der Fang pro Aufwandseinheit (CPUE) hat sowohl in der Individuenzahl als auch in der Biomasse signifikant abgenommen. Dieser Rückgang betrifft insbesondere Flussbarsche, Felchen und Lauben, die in den standardisierten Befischungen deutlich seltener geworden sind. Die beobachteten Veränderungen betreffen vor allem das Pelagial, in dem zwischen den beiden Untersuchungen eine starke Abnahme der Anzahl und der Biomasse der Fische festgestellt wurde. Da das Pelagial den grössten Teil des Seevolumens ausmacht, haben die dort beobachteten Veränderungen einen starken Einfluss auf die Entwicklung der Fischgemeinschaft im gesamten See.

Demgegenüber hat die Anzahl gefangener Kaulbarsche zugenommen, während die Anzahl Rotaugen abgenommen hat, ohne dass sich deren Biomasse signifikant verändert hat.

Der Rückgang im Felchenbestand widerspiegelt sich auch in den Fängen des Berufsfischers, dessen Fänge seit 2022 stark zurückgegangen sind, allerdings nicht im gleichen Ausmass wie der hier festgestellte Rückgang.

In Ufernähe hat sich der Fischbestand anders entwickelt als im Pelagial. Die Fischdichten haben zwischen 2018 und 2025 zugenommen. Die Ursachen hierfür sind nicht klar eingrenzbar, könnten aber mit den in den letzten Jahren umgesetzten Revitalisierungsmassnahmen zusammenhängen.

Insgesamt hat sich die Fischgemeinschaft des Alpnachersees zwischen den beiden Untersuchungen verschlechtert. Diese Entwicklung zeigt sich insbesondere in der starken Abnahme der Dichten von Felchen, Egli und Lauben im pelagischen Lebensraum. Deshalb muss der Zustand der Fischgemeinschaft als stark beeinträchtigt eingestuft werden.

7.2.3.3 Räumliche Verteilung

Die Fische konzentrieren sich weiterhin überwiegend auf die oberflächennahen Wasserschichten. Die höchsten Dichten wurden in den oberen Metern der Wassersäule festgestellt, während mit zunehmender Tiefe sowohl Abundanz als auch Biomasse deutlich abnehmen. Dieses Muster entspricht grundsätzlich den früheren Beobachtungen, jedoch auf insgesamt

tieferem Niveau, insbesondere im pelagischen Bereich. Der Rückgang betrifft vor allem typische Freiwasserarten wie Flussbarsch, Felchen und Lauben, deren Bestände in den tieferen pelagischen Schichten besonders stark abgenommen haben. Die tieferen Bereiche des Sees tragen damit nur in geringem Mass zur Gesamtfischbiomasse bei. In grossen Tiefen

konnten 2025 allerdings etwas mehr Fische festgestellt werden als noch 2018.

In geografischer Hinsicht zeigen sich Unterschiede zwischen dem Ufer und den benthischen Bereichen- und Freiwasserbereichen. Das Pelagial weist einen

deutlichen Rückgang der Fischdichten und Biomassen auf und verliert damit im Vergleich zur früheren Untersuchung an Bedeutung. Demgegenüber ist das Litoral der einzige Lebensraum, in dem eine Zunahme der Fischdichten festgestellt wurde. Im Benthon wurden kaum Veränderungen beobachtet.

7.2.3.4 Schlussfolgerungen

Der Zustand der Fischgemeinschaft des Alpnachersees hat sich zwischen den beiden Untersuchungen verschlechtert. Diese Entwicklung zeigt sich insbesondere in der starken Abnahme der Dichten von Felchen, Flussbarsch und Lauben im Pelagial. Deshalb

musste der heutige Zustand der Fischgemeinschaft als beeinträchtigt eingestuft werden. Die Ursachen dafür sind allerdings nicht bekannt. Limnologisch sind in diesem Zeitraum anscheinend kaum relevante Veränderungen aufgetreten, mit Ausnahme des Auftauchens der Quaggamuschel.

7.2.4 Fischereiliche Nutzung

Die Fischerei im Alpnachersee wird durch den Fang von Felchen dominiert, gefolgt vom Flussbarsch. Weitere Arten wie Hecht, Brachse und Zander tragen ebenfalls zu den Fängen bei, jedoch in geringem Umfang. Dabei muss beachtet werden, dass ein Großteil der Felchen nicht im Alpnachersee gefangen werden, sondern vom gleichen Berufsfischer im Vierwaldstätterseeteil entnommen werden.

Langfristig erscheinen die Fänge von Felchen und Flussbarschen insgesamt relativ stabil, auch wenn deutliche jährliche Schwankungen auftreten. Die Felchenfänge nahmen in den Jahren 2022 und 2023 zu, gingen jedoch 2024 zurück und erreichten 2025 ein besonders niedriges Niveau. Parallel dazu hat sich die Artenzusammensetzung der Fänge verändert, mit einer allmählichen Abnahme des Anteils der Cypriniden.

Die Interpretation der Fangzahlen muss jedoch differenziert erfolgen, da diese ebenfalls vom Fischereiaufwand abhängen. Seit 2017 ermöglichen die verfügbaren Daten eine Korrektur der Fänge nach Aufwand (CPUE). Im Gegensatz zum Vierwaldstättersee zeigen die Ergebnisse hier eine Abnahme des Ertrags bei den Felchen. Dies, obwohl der Berufsfischer auch häufig im Vierwaldstättersee fischt. Es ist trotzdem anzunehmen, dass die Fänge des Berufsfischers die Bestandsentwicklung des Alpnachersees nicht wirklich widerspiegelt, was wiederum erklären könnte, wieso der Fangrückgang in den standardisierten Fängen deutlich höher ausfällt als in den Berufsfischerfängen.

Parallel dazu hat auch die Intensität der Netzfischerei durch die Berufsfischer in den letzten Jahren abgenommen. Die Anzahl der gesetzten Netze wurde seit 2017 um etwa 40 % reduziert.

8 Schlussfolgerungen und Empfehlungen

Die Ergebnisse der Befischungskampagne von 2025 zeigen unterschiedliche Entwicklungen der Fischgemeinschaften im Vierwaldstättersee und im Alpnachersee.

Der Vierwaldstättersee weist insgesamt noch eine recht stabile Situation auf, mit einer von Felchen dominierten Fischgemeinschaft und einer seit 2014 unveränderten Typologie als Felchensee. Die Fischbiomasse hat im pelagischen Lebensraum zugenommen, insbesondere wegen der Ausbreitung des Flussbarsches. Zudem besiedeln die Fische weiterhin die gesamte Wassersäule. Dennoch sind auf Artniveau und in der räumlichen Verteilung Veränderungen feststellbar, insbesondere eine Zunahme einzelner wärmeliebender Arten in benthischen und flacheren Lebensräumen.

Demgegenüber zeigt der Alpnachersee deutlich stärkere Veränderungen. Die Fischgemeinschaft hat sich zwischen 2018 und 2025 markant verändert, insbesondere durch den Rückgang pelagischer Arten wie Felchen und Lauben. Die beobachteten Trends unterscheiden sich jedoch je nach Lebensraum: Während im Litoral eine Zunahme der Fischdichten festgestellt wurde, kam es im pelagischen Bereich zu einem deutlichen Rückgang.

Diese unterschiedlichen Entwicklungen lassen sich nicht schlüssig erklären. Der Vierwaldstättersee weist weiterhin einen oligotrophen Zustand und zumindest in einigen Seebecken eine ausreichende Sauerstoffversorgung über weite Teile der Wassersäule auf, was günstige Bedingungen für pelagische Arten und eine vertikale Nutzung des gesamten Sees schafft. Im Alpnachersee hingegen führen insbesondere während der sommerlichen Schichtung ausgeprägte Sauerstoffdefizite in tieferen Wasserschichten zu einer Einschränkung der verfügbaren Lebensräume für Fische. Auch morphologische Unterschiede, wie die geringere maximale Tiefe des Alpnachersees, können zu unterschiedlichen Reaktionen auf ähnliche limnologische und fischereiliche Entwicklungen führen [24].

Die fortschreitende Erwärmung der Gewässer stellt vermutlich einen zentralen Einflussfaktor dar, der diese Entwicklungen zusätzlich verstärken kann. Sie begünstigt wärmeliebende Arten, insbesondere in flachen Bereichen, und kann gleichzeitig zum Rückgang von Arten führen, die an kalte und gut mit Sauerstoff versorgte Lebensräume angepasst sind. Es ist davon auszugehen, dass sich diese Trends im Zuge des Klimawandels weiter fortsetzen werden. Möglicherweise kann der im Volumen sehr viel grössere Vierwaldstättersee diese Effekte besser ausgleichen als der Alpnachersee.

Zudem stellt das jüngste Auftreten invasiver Arten, vor allem der Quaggamuschel, einen zusätzlichen Stressfaktor dar. Diese aus dem Schwarzmeerraum stammende Muschel kann das Ökosystem erheblich verändern, insbesondere durch Auswirkungen auf die Planktongemeinschaften. Die konkreten mittel- und langfristigen Effekte sind derzeit jedoch für die Schweizer Gewässer noch schwer abschätzbar. Es muss allerdings davon ausgegangen werden, dass sich diese Ausbreitung auch auf den Fischbestand auswirken wird. Erfahrungen aus anderen Seen und aus Nordamerika lassen vermuten, dass davon insbesondere pelagiale Fischarten betroffen sein werden, die sich hauptsächlich von Zooplankton ernähren.

Aufgrund der Ergebnisse lassen sich folgende Empfehlungen formulieren:

Nährstoffbelastung senken

Der Alpnachersee leidet immer noch unter den Folgen von zu hohen Nährstoffbelastungen. Auch wenn der Phosphorgehalt in den letzten Jahrzehnten gesunken ist, stagniert dieser Wert in den letzten Jahren. Im Vierwaldstättersee hat sich der Phosphorgehalt in den letzten Jahren auf tiefem Niveau stabilisiert und in einzelnen Jahren leicht zugenommen. Eine neuerliche Zunahme würde mittel- und langfristig insbesondere für die tiefenangepassten Fischarten eine erhöhte Gefahr darstellen. Diese Gefahr wird durch den fortschreitenden Klimawandel noch erhöht, da dadurch die jährliche Durchmischung der

Seeschichten (Zirkulation) zunehmend erschwert wird. Die Nährstofffrachten in den Seen müssen deshalb dauerhaft tief gehalten resp. gesenkt werden. Nur so kann auch im Rahmen des Klimawandels eine ausreichende Sauerstoffversorgung der Tiefenbereiche sichergestellt werden.

Ufer revitalisieren

Die Ergebnisse der standardisierten Befischungen zeigen, dass vielfältige Ufer eine grössere Fischdichte aufweisen und artenreicher sind. In beiden Seen ist ein grosser Anteil der Ufer stark verbaut. Durch angemessene Revitalisierungsmassnahmen kann der Zustand der Ufer und damit der Lebensraum für viele Fischarten, die dieses Habitat nutzen, verbessert werden. Besonders relevant sind diesbezüglich Fliessgewässerdeltas im See, die ein wahrer Hotspot für die Fischartenvielfalt darstellt.

Fischereiliche Nutzung der Felchenarten

Im Rahmen der vorliegenden Untersuchung konnte festgestellt werden, dass insbesondere im Vierwaldstättersee die Fische genutzter Arten 2025 grössere Körpergrössen aufweisen als noch 2014. Dies steht wahrscheinlich im Zusammenhang mit dem Rückgang der Intensität der Netzfischerei in den letzten Jahren. Allerdings konnten in dieser Studie die Felchen und die Seesaiblinge nicht auf Artniveau untersucht werden.

Es wäre sinnvoll, ergänzend Untersuchungen zur genetischen Artbestimmung durchzuführen, um zu prüfen, wie häufig die verschiedenen Felchenarten im See vorkommen und wie stark sie in den Fängen der Fischer vertreten sind sowie in welchem Alter sie gefangen werden.

Monitoring

Aus verschiedenen Seen in Nordamerika sowie aus ersten Erfahrungen in der Schweiz ist bekannt, dass die Quaggamuschel erhebliche und rasche Auswirkungen auf das ökologische Gleichgewicht neu besiedelter Seen haben kann. Die standardisierten Befischungen von 2025 erfolgten kurz nachdem die

Quaggamuschel erstmals im Vierwaldstättersee nachgewiesen wurde. Dabei konnte festgestellt werden, dass sich die Art im nördlichen Seeteil sowie im Alpnachersee bereits relativ stark ausgebreitet hat.

Sollte sich die Situation im Vierwaldstättersee ähnlich entwickeln wie in anderen betroffenen Seen, ist davon auszugehen, dass dies erhebliche Auswirkungen auf den Fischbestand haben wird. Es ist gut möglich, dass eine vergleichbare Entwicklung auch im Vierwaldstättersee bevorsteht. Es wird deshalb empfohlen, die Ausbreitung der Quaggamuscheln zu dokumentieren.

Aus der Managementperspektive bestehen derzeit praktisch keine Möglichkeiten, der Ausbreitung der Quagga-Muschel entgegenzuwirken. Die Auswirkungen auf die fischereiliche Nutzung könnten jedoch erheblich sein. Es wird daher empfohlen, in den kommenden Jahren ein regelmässiges und möglichst artspezifisches Felchenmonitoring durchzuführen, um die Veränderungen systematisch zu erfassen. Idealerweise werden dabei auch andere Fischarten dokumentiert. Zudem sollte die Entwicklung des Fischbestands in der Tiefe des Vierwaldstättersees mehr Beachtung erhalten. Die vorliegenden Daten lassen vermuten, dass der Fischbestand in der Tiefe in den letzten Jahren abgenommen haben könnte.

Weiter wird empfohlen, eine standardisierte Befischung im gesamten See bei Bedarf zu wiederholen, insbesondere dann, wenn die Fangstatistiken auf deutliche Veränderungen in den Fängen hinweisen. Ebenso könnten diese Befischungen im Alpnachersee aufzeigen, wie sich der Fischbestand nach Abschluss des ASA+ Revitalisierungsarbeiten ausgewirkt haben.

Schliesslich wird empfohlen, ebenfalls die Veränderungen im Phytoplankton, Zooplankton und bei den Makroinvertebraten im See regelmässig zu untersuchen, um allfällige Auswirkungen der Quaggamuscheln auf das Nahrungsnetz der Fische zu dokumentieren.

9 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.

CEN-Norm: Eine CEN-Norm ist eine vom European Committee for Standardization (CEN) entwickelte europäische Standardmethode. Im Bereich der Gewässerbeurteilung legt sie einheitliche Verfahren zur Erfassung und Bewertung der ökologischen Qualität von Gewässern fest. Dadurch werden Untersuchungen und Ergebnisse zwischen verschiedenen Ländern und Institutionen vergleichbar. CEN-Normen beschreiben unter anderem Standards für Probenahme, Artenbestimmung, Datenauswertung und die Bewertung biologischer Qualitätskomponenten wie Fische, Makrozoobenthos oder Wasserpflanzen.

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

Einheimisch: Im Kontext der Artenvielfalt bedeutet „einheimisch“ (oder „heimisch“), dass eine Art natürlicherweise in einem bestimmten Gebiet vorkommt – also ohne menschliche Einführung

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

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

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

Glaziale Erosionsprozesse: Erosionsvorgänge durch Gletscher, bei denen Gestein abgetragen, Täler vertieft und Landschaften geformt werden. Dabei transportiert das Eis Gesteinsmaterial und schleift den Untergrund ab. Glaziale Erosionsprozesse prägten zahlreiche heutige Landschaftsformen wie Trogtäler, Moränen und Seen.

Homothermie: Zustand eines Gewässers, bei dem die Wassertemperatur über die gesamte Tiefe nahezu gleich ist. Dieser tritt typischerweise im Winter auf und ermöglicht einen vertikalen Austausch von Sauerstoff und Nährstoffen innerhalb der Wassersäule.

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

Konfidenzintervall: Ein Konfidenzintervall (auch Vertrauensintervall, Vertrauensbereich und Erwartungsbereich genannt) ist ein Intervall aus der Statistik das die Präzision der Lageschätzung eines Parameters (zum Beispiel eines Mittelwerts) angeben soll. Das

Konfidenzintervall gibt den Bereich an, der bei unendlicher Wiederholung eines Zufallsexperiments mit einer gewissen Wahrscheinlichkeit (dem Konfidenzniveau) die wahre Lage des Parameters einschliesst.

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.

Litoral: Ufernaher Flachwasserbereich eines Sees oder Fließgewässers, in den ausreichend Licht bis zum Gewässerboden eindringt. Die Litoralzone ist meist durch Wasserpflanzen, hohe strukturelle Vielfalt und eine grosse Artenvielfalt geprägt.

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.

Morphologie: In diesem Begriff verwendet für die Beschaffenheit und Form eines Sees sowie seiner Uferbereiche. Allgemein beschreibt die Morphologie die Form und Struktur eines Organismus, einer Landschaft oder eines Objekts.

Morphometrie: Wissenschaftliche Vermessung und quantitative Beschreibung von Formen und Strukturen. Die Morphometrie untersucht Grössen-, Längen-, Flächen- oder Formunterschiede von Organismen, Organen oder Landschaften anhand standardisierter Messungen und statistischer Analysen.

NPUE: Beim NPUE (Number per unit effort) wird die Anzahl der gefangenen Fische mit dem Fangaufwand in Beziehung gesetzt.

Limnologie: Wissenschaft von den Binnengewässern. Die Limnologie untersucht Seen, Flüsse, Bäche, Weiher und Grundwasser hinsichtlich ihrer physikalischen, chemischen und biologischen Eigenschaften sowie der darin ablaufenden ökologischen Prozesse.

Litoral: Litoral ist bezeichnet die Uferregion eines Sees.

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.

QGIS: Open-Source-Geoinformationssystem (GIS) zur Erfassung, Verwaltung, Analyse und Darstellung räumlicher Daten. QGIS wird unter anderem für die Kartierung, räumliche Analysen und die Visualisierung von Umwelt- und Gewässerdaten verwendet.

Resampling: Statistisches Verfahren, bei dem aus vorhandenen Daten wiederholt neue Stichproben (mit oder ohne Zurücklegen) gezogen werden, um die Variabilität von Kennwerten (z. B. Mittelwerte, CPUE) abzuschätzen. Es wird verwendet, um Unsicherheiten zu quantifizieren und statistische Tests oder Konfidenzintervalle zu berechnen, ohne zusätzliche Daten erheben zu müssen.

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.

Sprungschicht: Wasserschicht in einem geschichteten See, in der die Temperatur mit zunehmender Tiefe stark abnimmt. Die Sprungschicht trennt das

warme Oberflächenwasser (Epilimnion) vom kalten Tiefenwasser (Hypolimnion) und wirkt als Austauschbarriere für Sauerstoff und Nährstoffe.

Standortfremd: Standortfremde Arten sind Arten, die in einer grösseren Region (z. B. der Schweiz) zwar einheimisch sind, jedoch an einem konkreten Standort oder in einem bestimmten Gewässer nicht zum natürlichen Artenspektrum gehören und dort ursprünglich nicht vorkommen.

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

Thermokline: Schicht in einem stehenden Gewässer (z. B. See), in der die Wassertemperatur mit zunehmender Tiefe stark und relativ rasch abnimmt. Sie trennt das warme, gut durchmischte Oberflächenwasser (Epilimnion) vom kälteren Tiefenwasser (Hypolimnion).

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).

10 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. 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.
4. Karr, J. R. 1981. Assessment of biotic integrity using fish communities. *Fisheries* 6: 21–27.
5. 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.
6. Degiorgi, F. 1994. Etude de l'organisation spatiale de l'ichtyofaune lacustre. **Besançon**: Université de Franche-Comté.
7. 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.
8. 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.
9. Vonlanthen, P., and G. Périat. 2021. *Methodik zur standardisierten Befischung von Stehgewässern der Schweiz*. Cordast: Aquabios GmbH, Teleos Suisse sàrl.
10. DIN EN 14757. 2015. *Wasserbeschaffenheit - Probenahme von Fischen mittels Multi-Maschen-Kiemen-netzen; Deutsche Fassung EN 14757:2015*. DIN - Normausschuss Wasserwesen (NAW).
11. 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.
12. 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.
13. Niederberger, K., P. Rey, P. Reichert, and J.A. Schlosser. 2016. *Methoden zur Untersuchung und Beurteilung der Seen - Modul: Ökomorphologie Seeufer*. Umwelt Vollzug - Oberflächengewässer. Bern: Bundesamt für Umwelt.
14. Aufsichtskommission Vierwaldstättersee. 2023. *Faktenblatt - Strategische Revitalisierungsplanung Seeufer*.
15. Kanton Luzern, and Kanton Aargau. 2024. *Jahresbericht 2023 der Arbeitsgruppe Sanierung Mittellandseen (ASSAN) - Zustand der Mittellandseen aufgrund aktuellster Gewässerdaten*. Zuhanden Der ASSAN Und Des Geschäftsberichts Der Gemeindeverbände. Kanton Luzern, Kanton Aargau.
16. *Fischereibericht Vierwaldstättersee 2024*. 2025. Sursee: Fischereikommission Vierwaldstättersee.
17. Roth, Merline. 2020. Resolving the species complex of Phoxinus within Switzerland combining genetic and morphologic data. Master thesis, Bern, Switzerland: University of Bern, Faculty of Science.
18. Alexander, T.J.; Vonlanthen, P., Périat, G., Seehausen, O. 2017. *Artenvielfalt und Zusammensetzung der Fischgemeinschaft im Vierwaldstättersee. Projet Lac*. Kastanienbaum: Eawag.
19. Landschaft und Kultur Obwalden. Die Hinterlassenschaft der letzten Eiszeit.
20. IUB and Aquaplus AG. 2025. *Aufwertung Südufer Alpnachersee, Teilprojekt Mündungsbucht (ASA TPM): Schlussdokumentation*. Sarnen: Kanton Obwalden.
21. Vonlanthen, P., T. Kreienbühl, and G. Periat. 2019. *Standardisierte Befischung Alpnachersee - Resultate der Erhebungen vom September 2018*. Auftraggeber: Kanton Obwalden, Amt Für Landwirtschaft Und Umwelt, Abteilung Umwelt. Cordast.
22. Müller, R. 2005. The re-discovery of the vanished "Edelfisch" *Coregonus nobilis* Haack, 1882, in Lake Lucerne, Switzerland. *Advances in Limnology - Biology and Management of Coregonid Fishes* 60: 419–430.

23. AquaPlus, Aquabios, and BirdLife Schweiz. 2025. *Aufwertung Südufer Alpnachersee ASA. Monitoring Zustand 2024*. Sarnen: Kanton Obwald.
24. Mehner, T., M. Dieckmann, U. Bramick, and R. Lemcke. 2005. Composition of fish communities in German lakes as related to lake morphology, trophic state, shore structure and human-use intensity. *Freshwater Biology* 50: 70–85.

11 Anhang

11.1 Selektivität Netzmaschenweiten

11.1.1 Flussbarsch

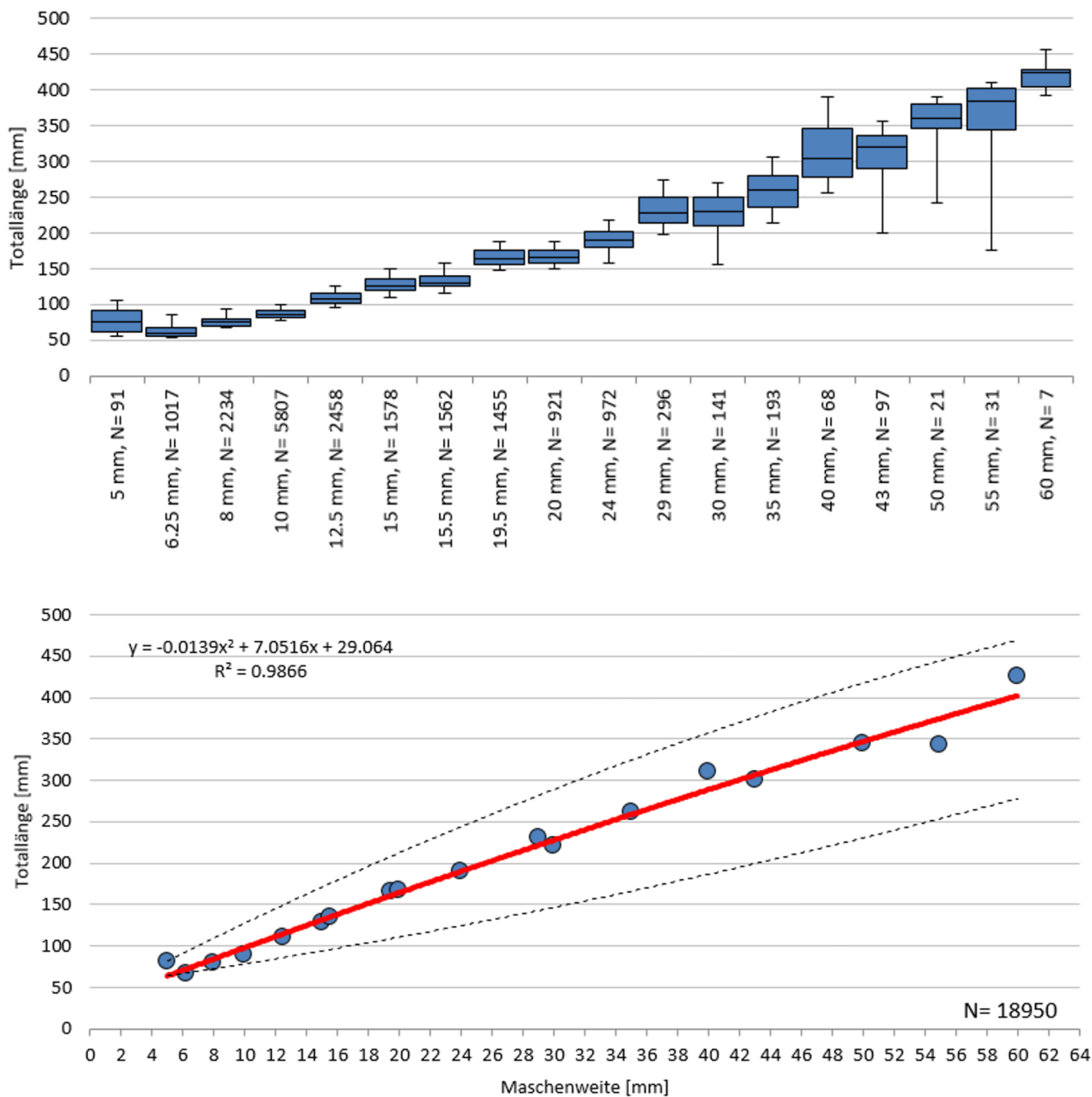


Abbildung 11-1. Oben: Längenzusammensetzung pro Maschenweite der Kiemennetze. Unten: Zusammenhang zwischen gefangener Fischgrösse und Maschenweite der Kiemennetze.

11.1.2 Felchen

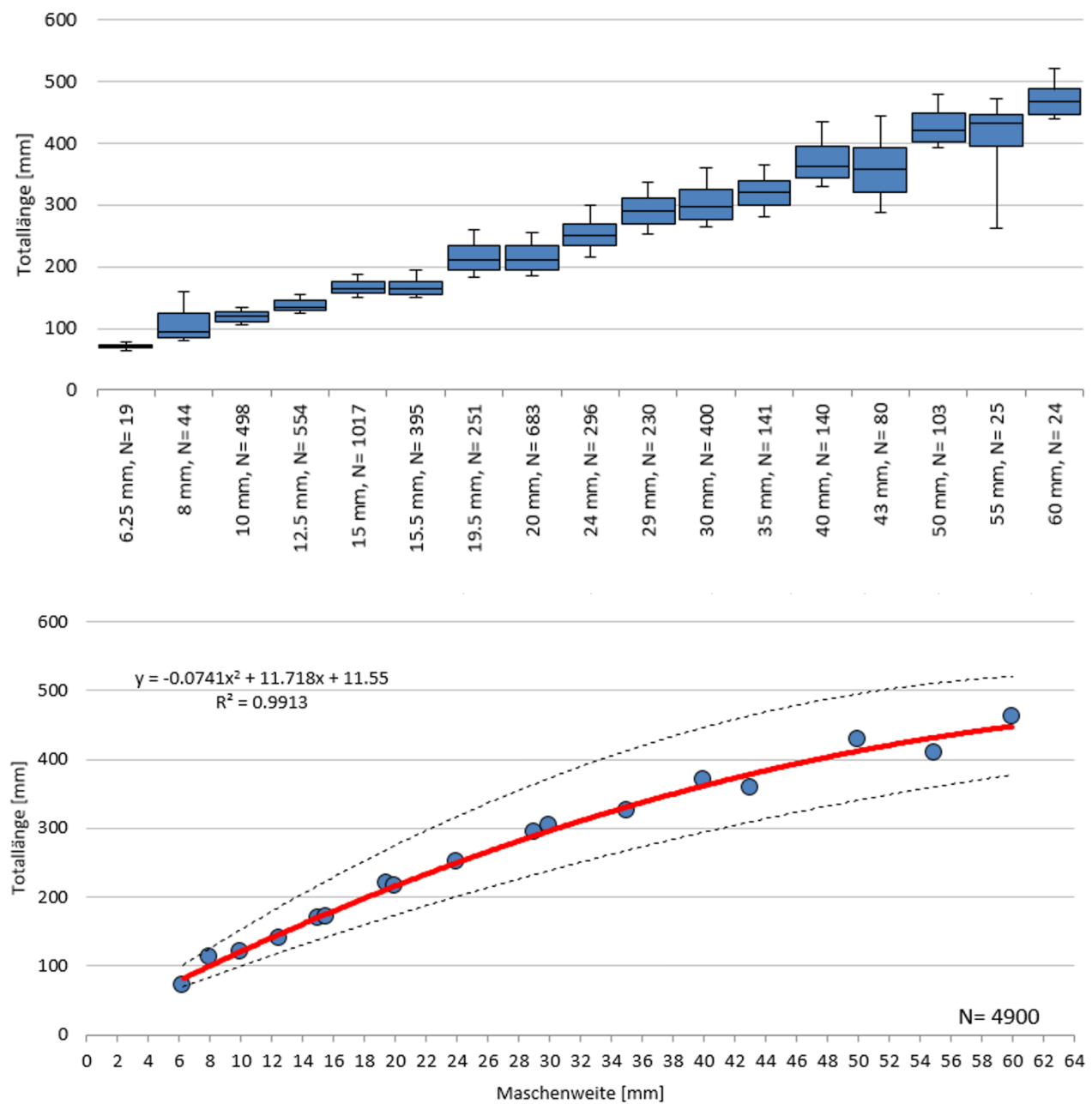


Abbildung 11-2. Oben: Längenzusammensetzung pro Maschenweite der Kiemennetze. Unten: Zusammenhang zwischen gefangener Fischgrösse und Maschenweite der Kiemennetze.

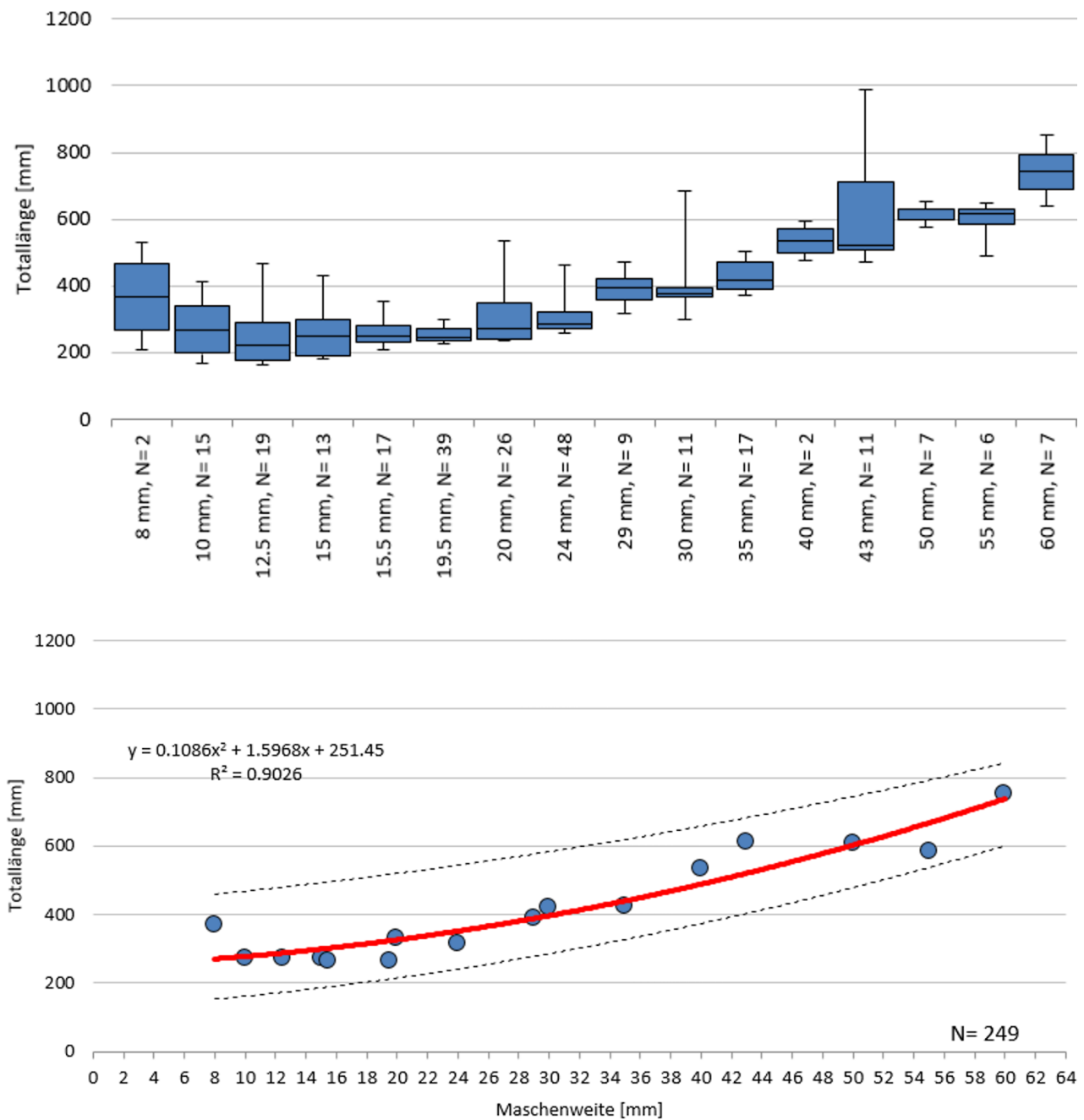
11.1.3 Hecht

Abbildung 11-3. Oben: Längenzusammensetzung pro Maschenweite der Kiemennetze. Unten: Zusammenhang zwischen gefangener Fischgröße und Maschenweite der Kiemennetze.

11.1.4 Rotaugen

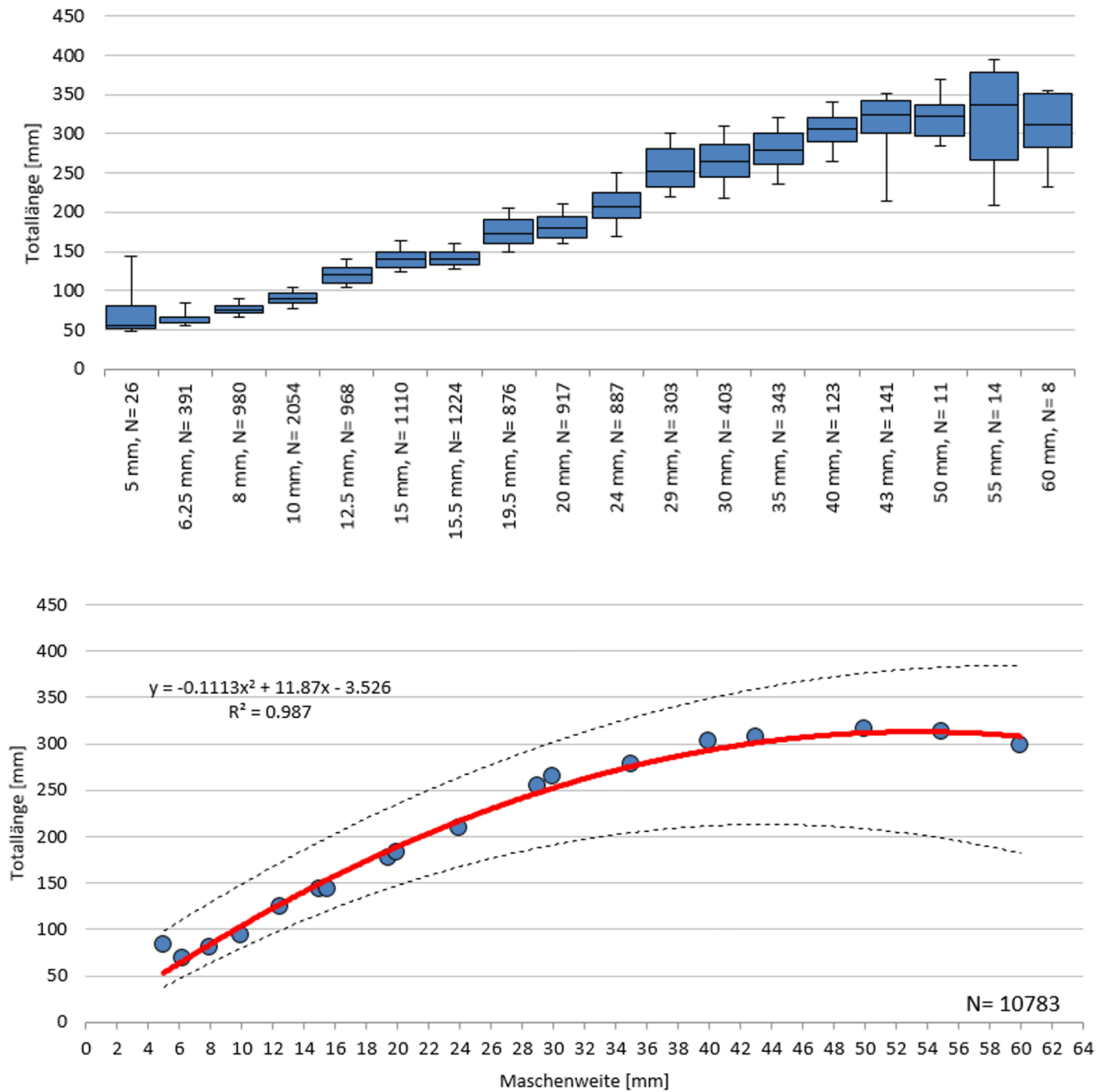


Abbildung 11-4. Oben: Längenzusammensetzung pro Maschenweite der Kiemennetze. Unten: Zusammenhang zwischen gefangener Fischgrösse und Maschenweite der Kiemennetze.

11.2 Vergleich Konditionsindex zwischen den Seen

11.2.1 Flussbarsch

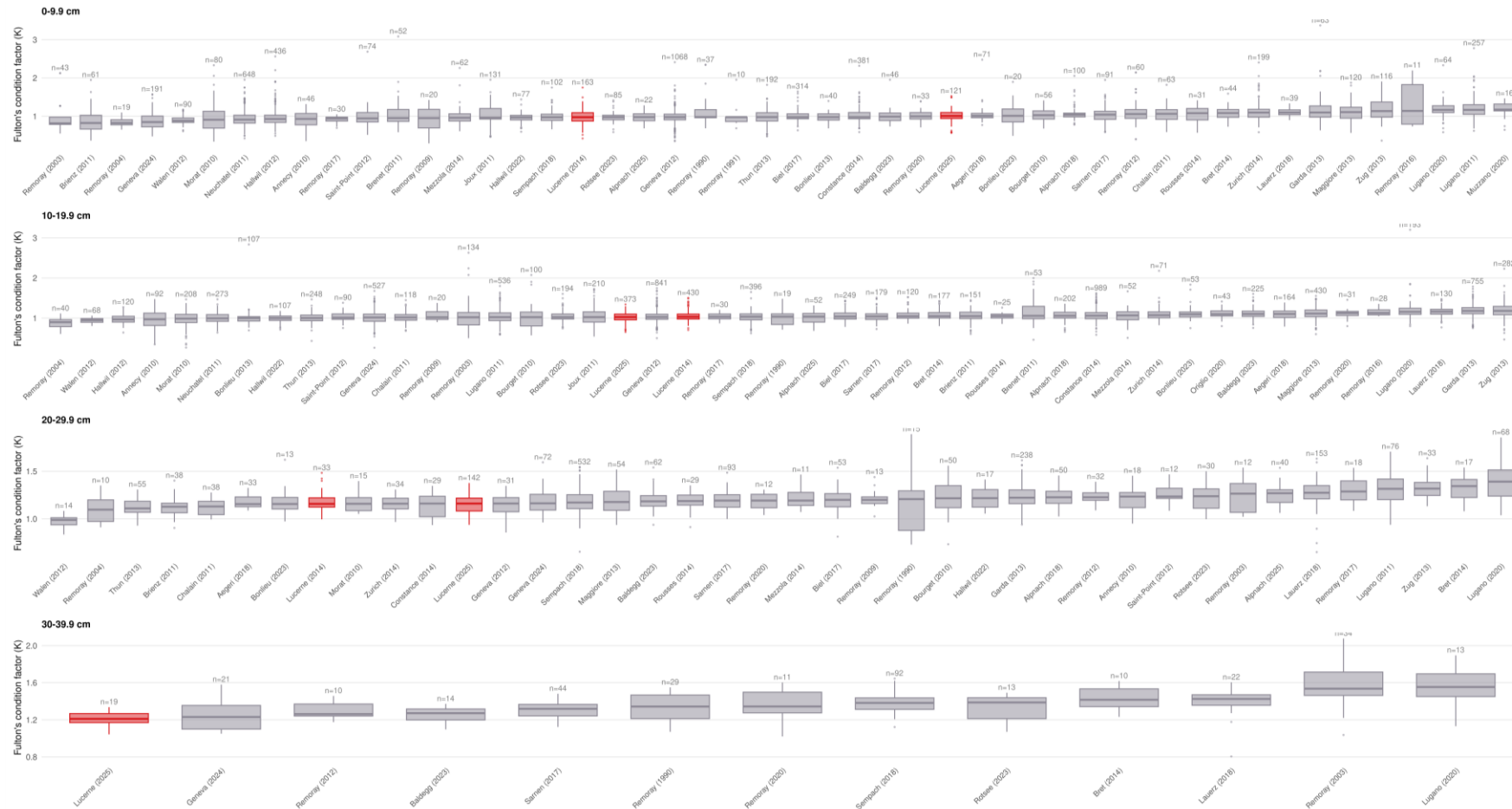


Abbildung 11-5. Fultons Konditionsindex: Vergleich zwischen den Seen.

11.2.2 Felchen

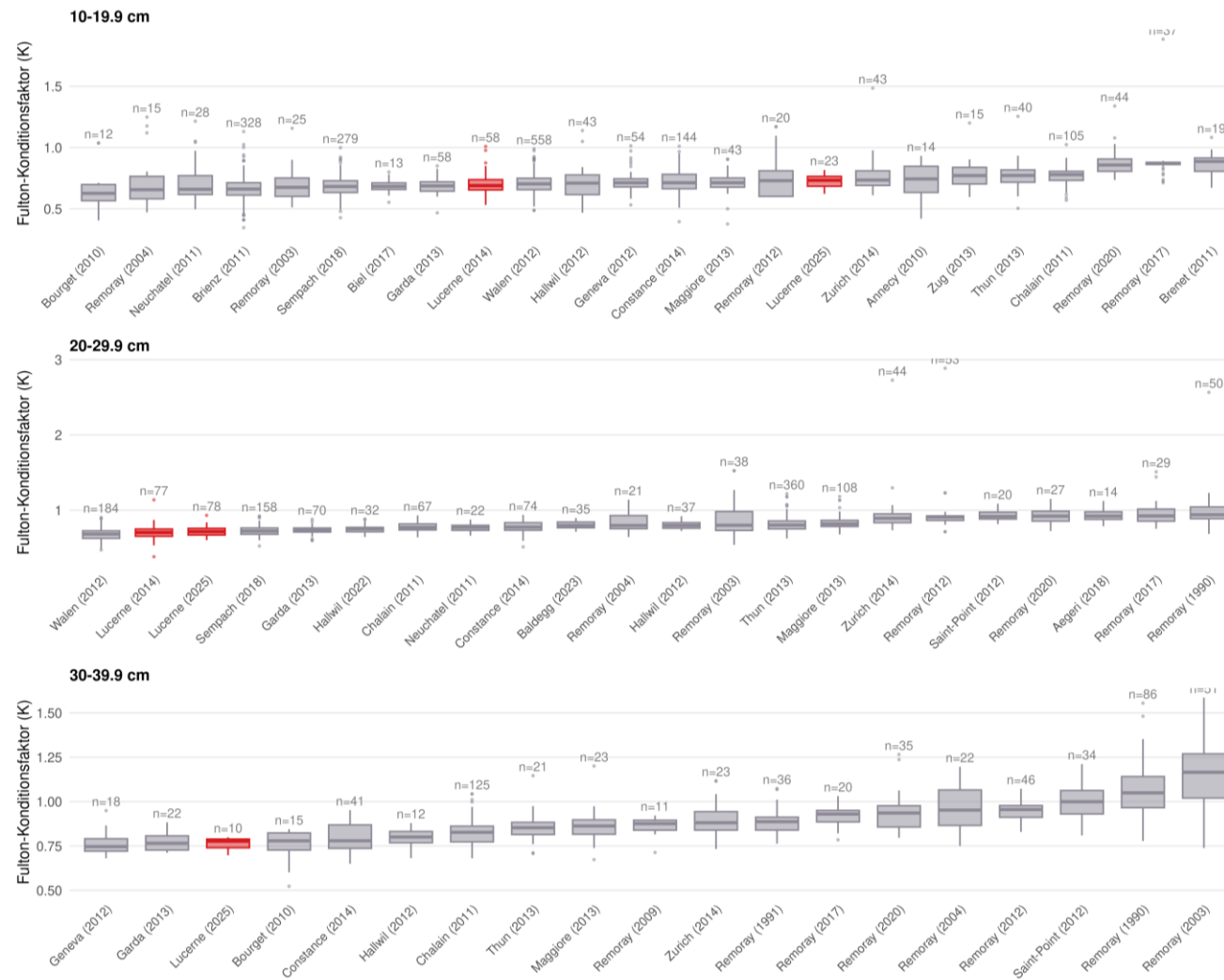


Abbildung 11-6. Fultons Konditionsindex: Vergleich zwischen den Seen.

11.2.3 Rotaue

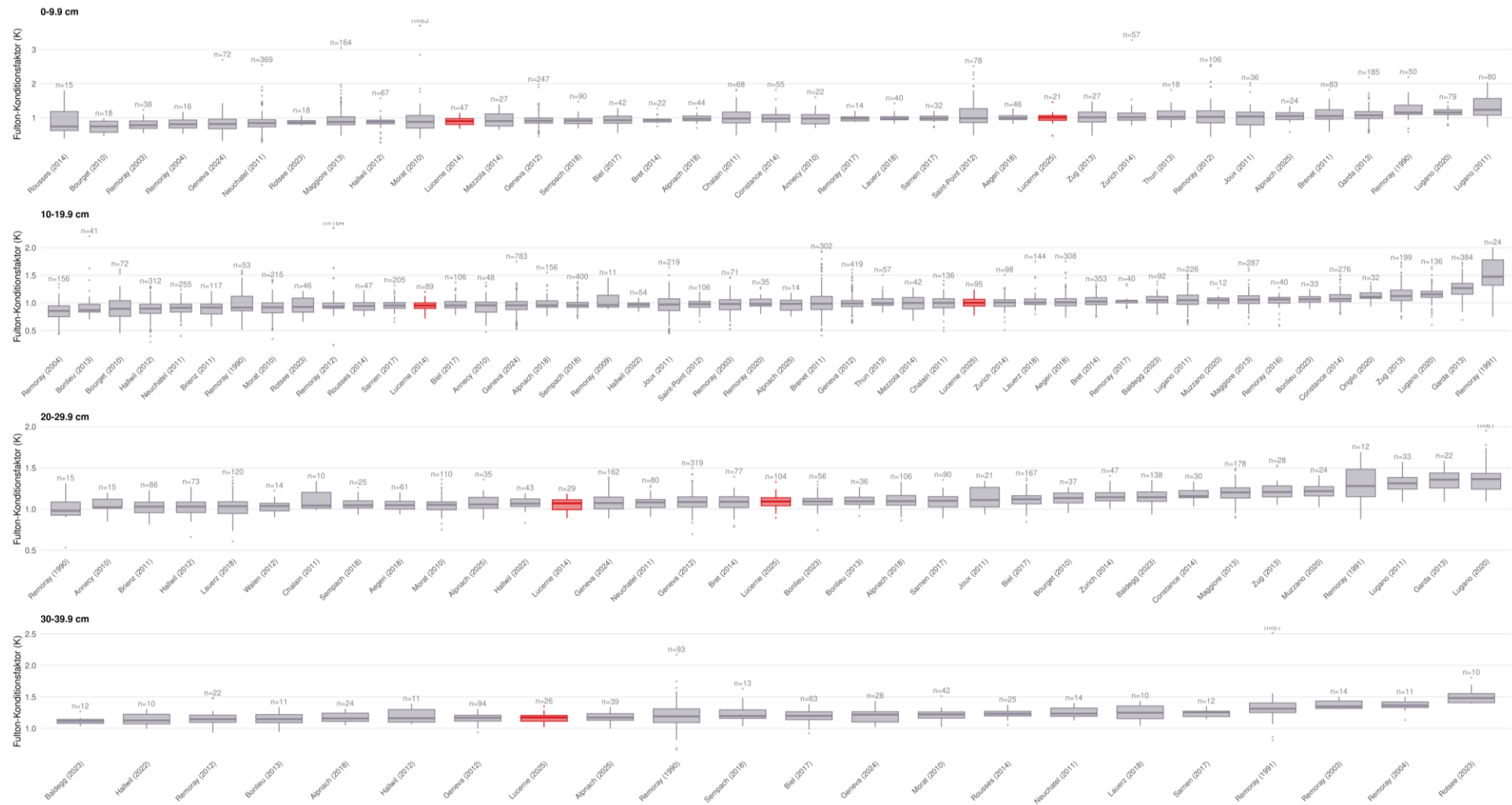


Abbildung 11-7. Fultons Konditionsindex: Vergleich zwischen den Seen.

11.2.4 Seesaibling

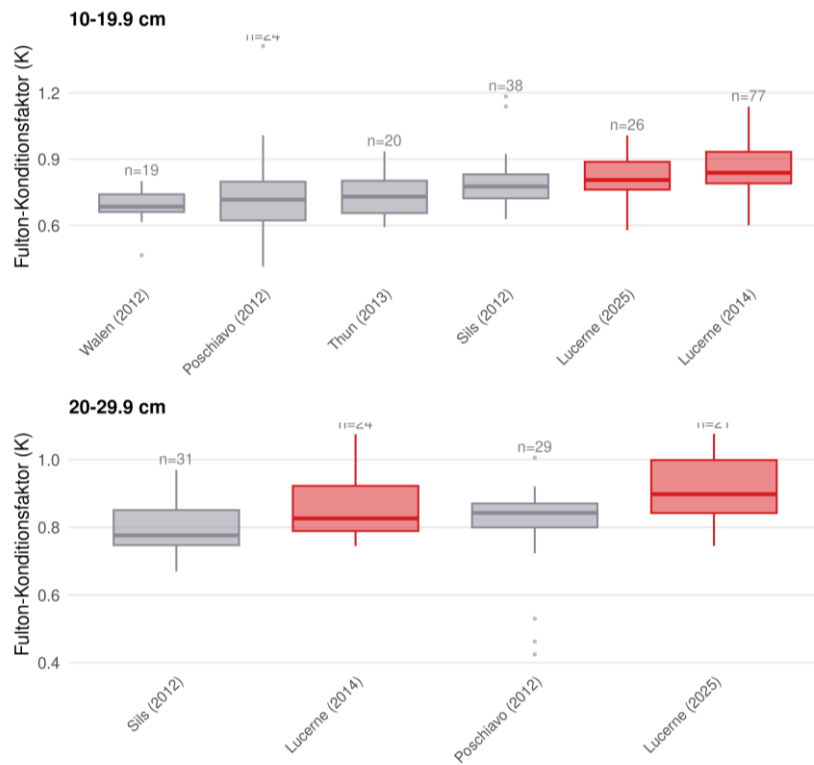


Abbildung 11-8. Fultons Konditionsindex: Vergleich zwischen den Seen.

11.3 Fischart-Habitat Assoziationen

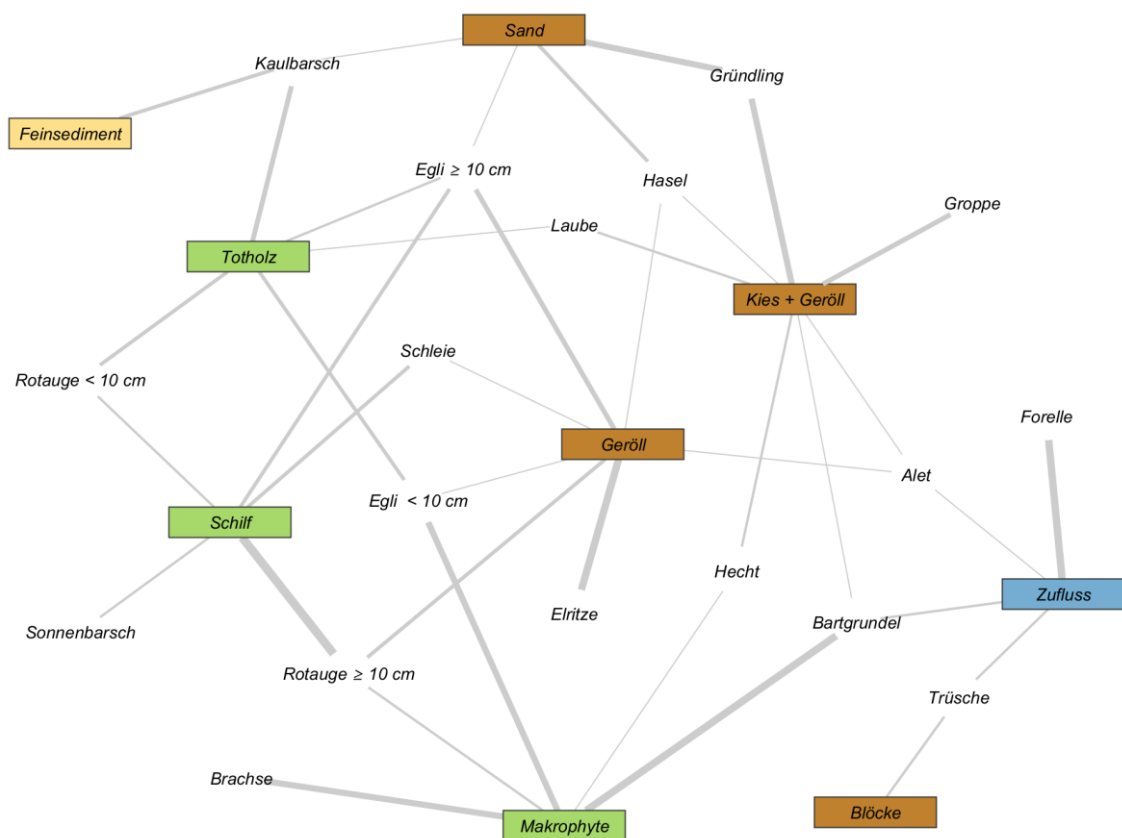


Abbildung 11-9. Darstellung der Habitat–Art-Assoziationen aus der Kampagne 2025 im Vierwaldstättersee. Je dicker die Verbindung, desto stärker ist die Assoziation.

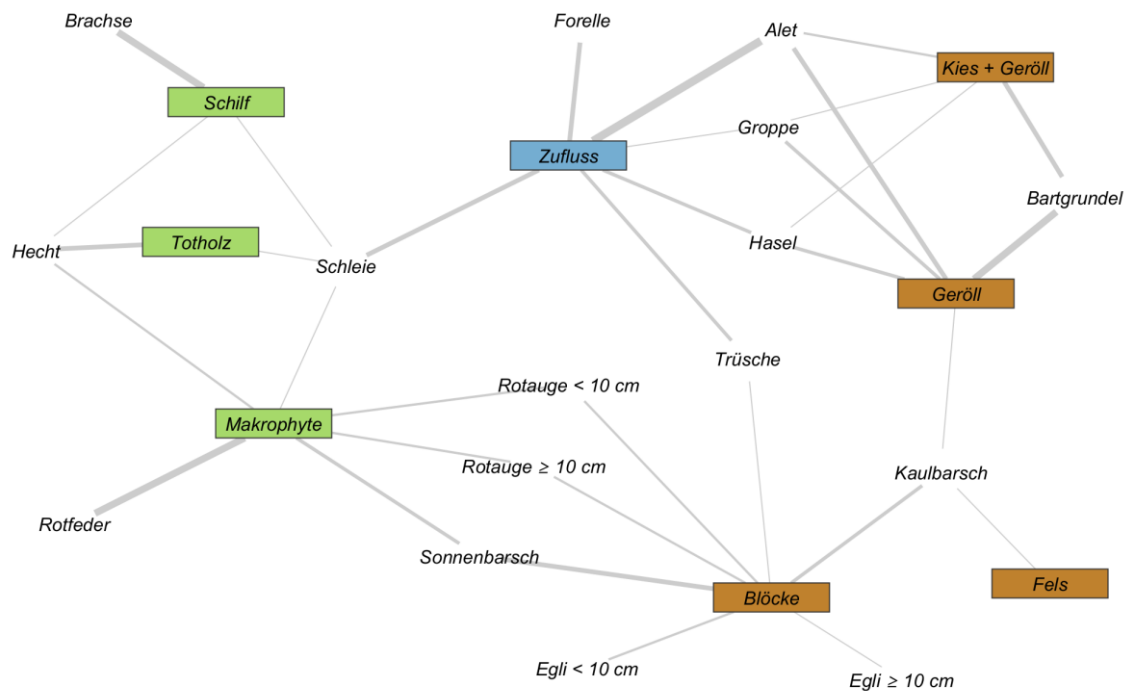


Abbildung 11-10. Darstellung der Habitat–Art-Assoziationen aus der Kampagne 2025 im Alpnachersee. Je dicker die Verbindung, desto stärker ist die Assoziation.

11.4 Uferhabitate

11.4.1 Vierwaldstättersee

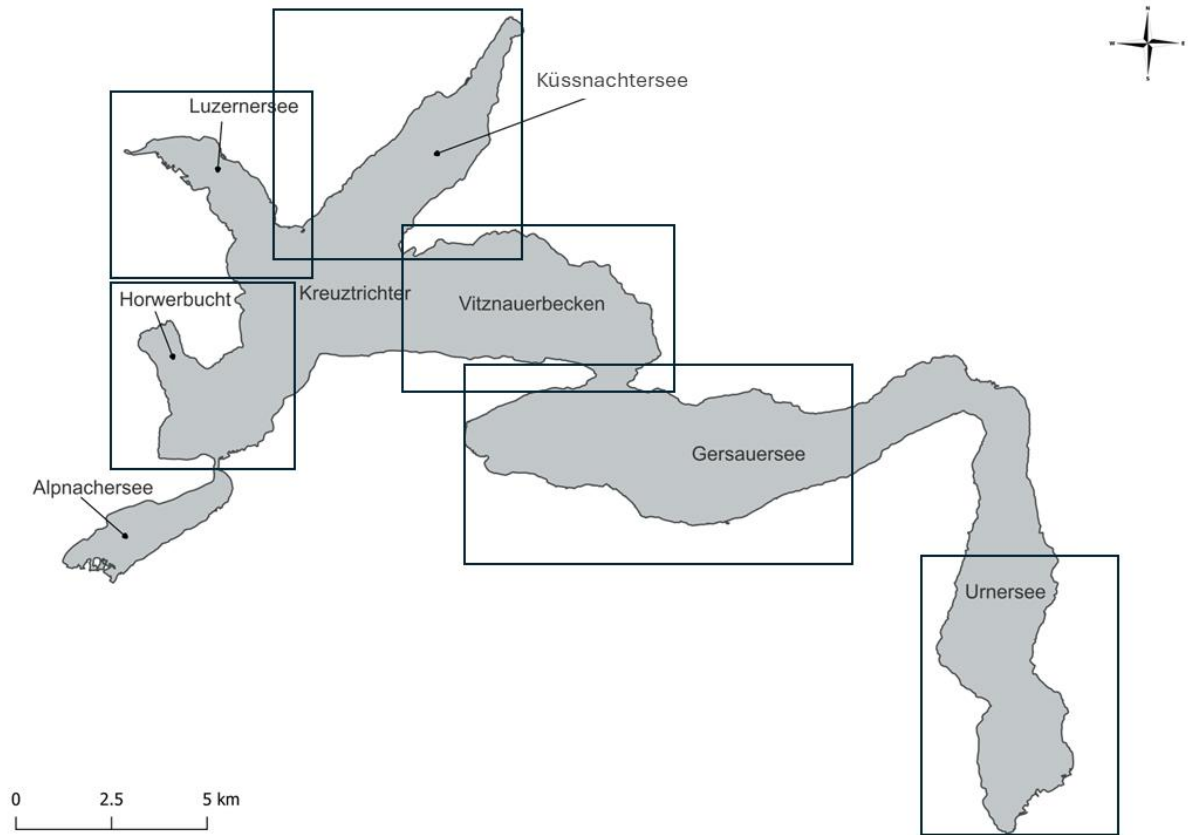


Abbildung 11-11. Übersicht über die verschiedenen Becken des Vierwaldstättersees. Die Rechtecke stellen den Perimeter der folgenden Karten dar.

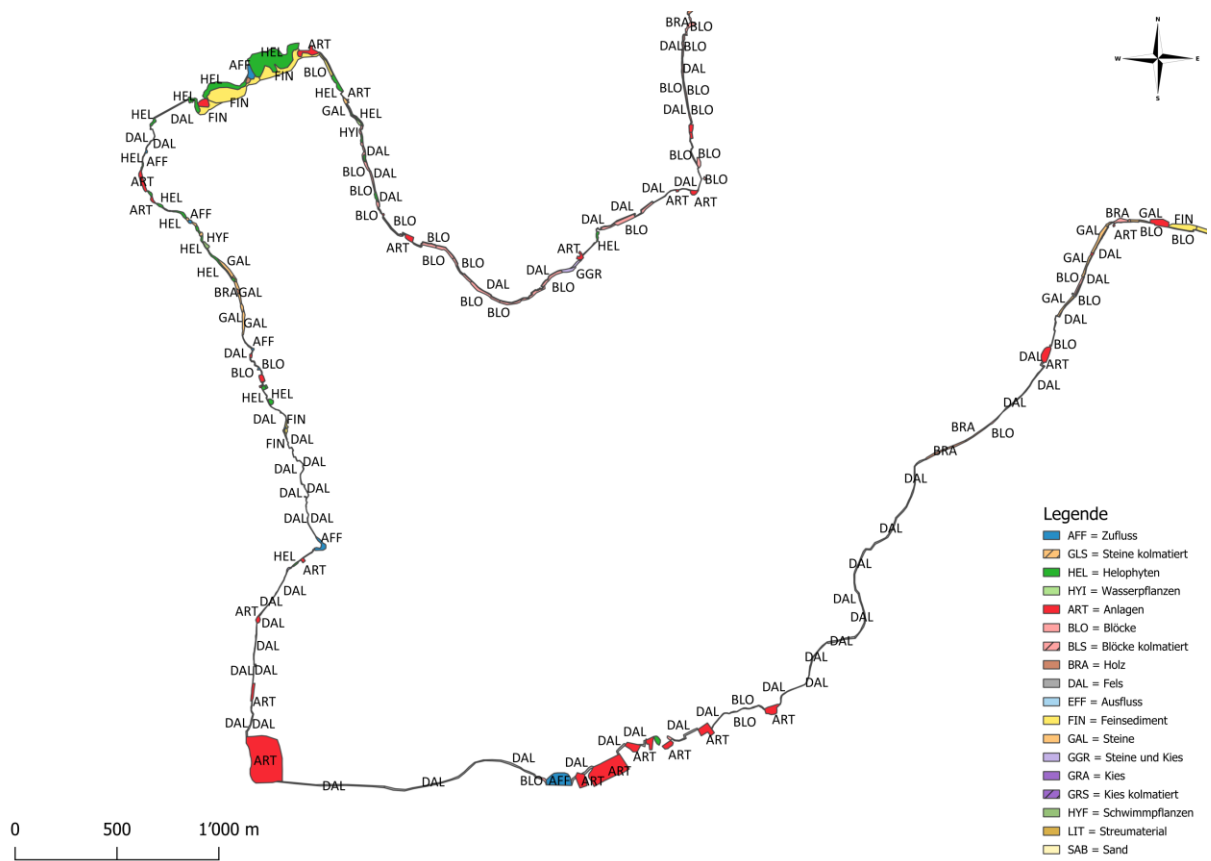


Abbildung 11-12. Karte der litoralen Habitate des Vierwaldstättersees – Horwerbuch.

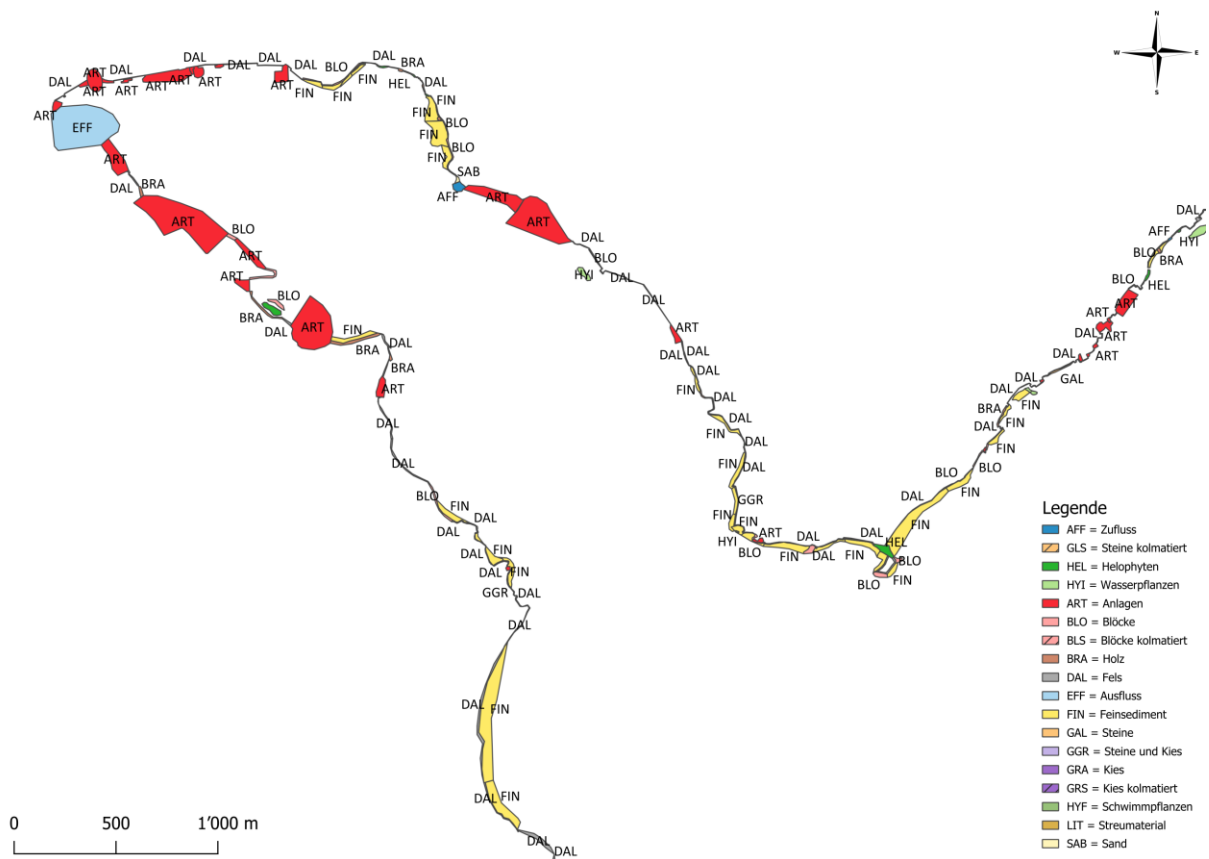


Abbildung 11-13. Karte der litoralen Habitate des Vierwaldstättersees – Luzernersee.

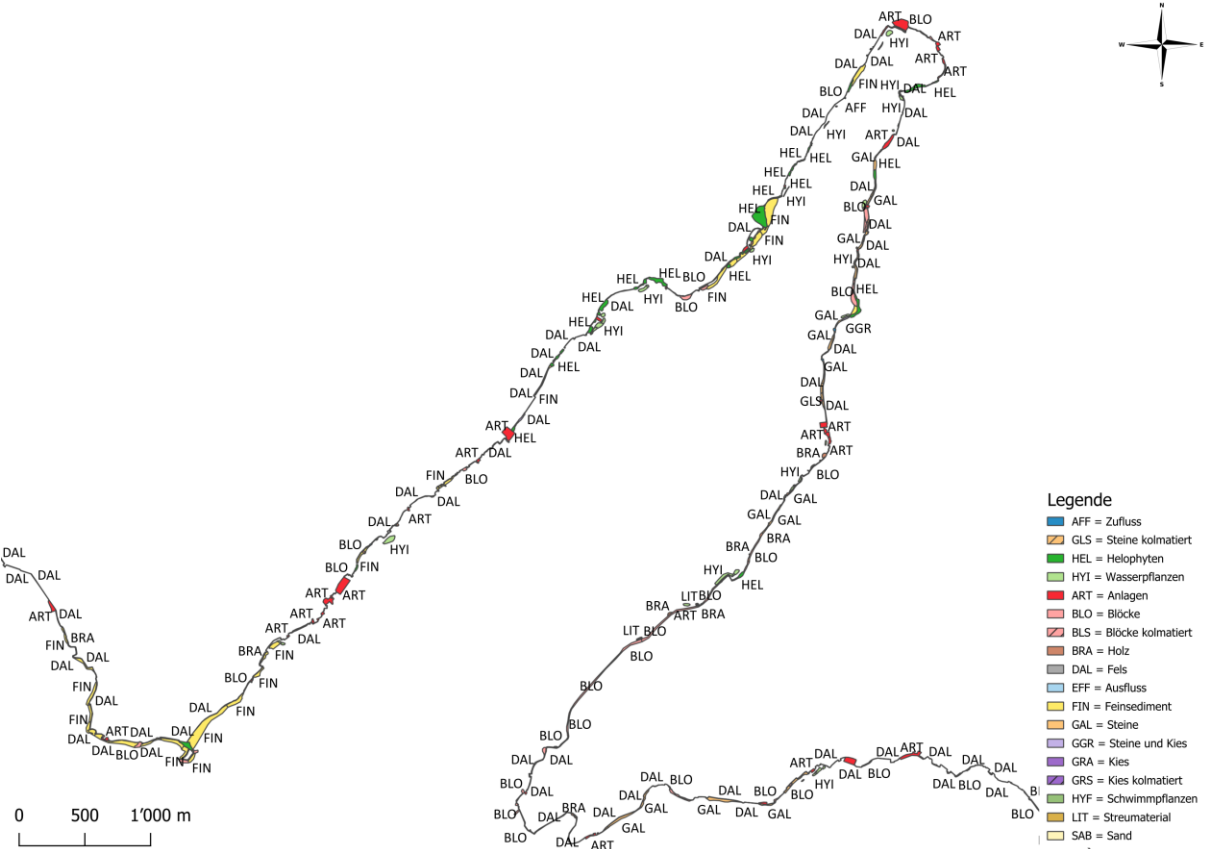


Abbildung 11-14. Karte der litoralen Habitate des Vierwaldstättersees – Küssnachtsee.

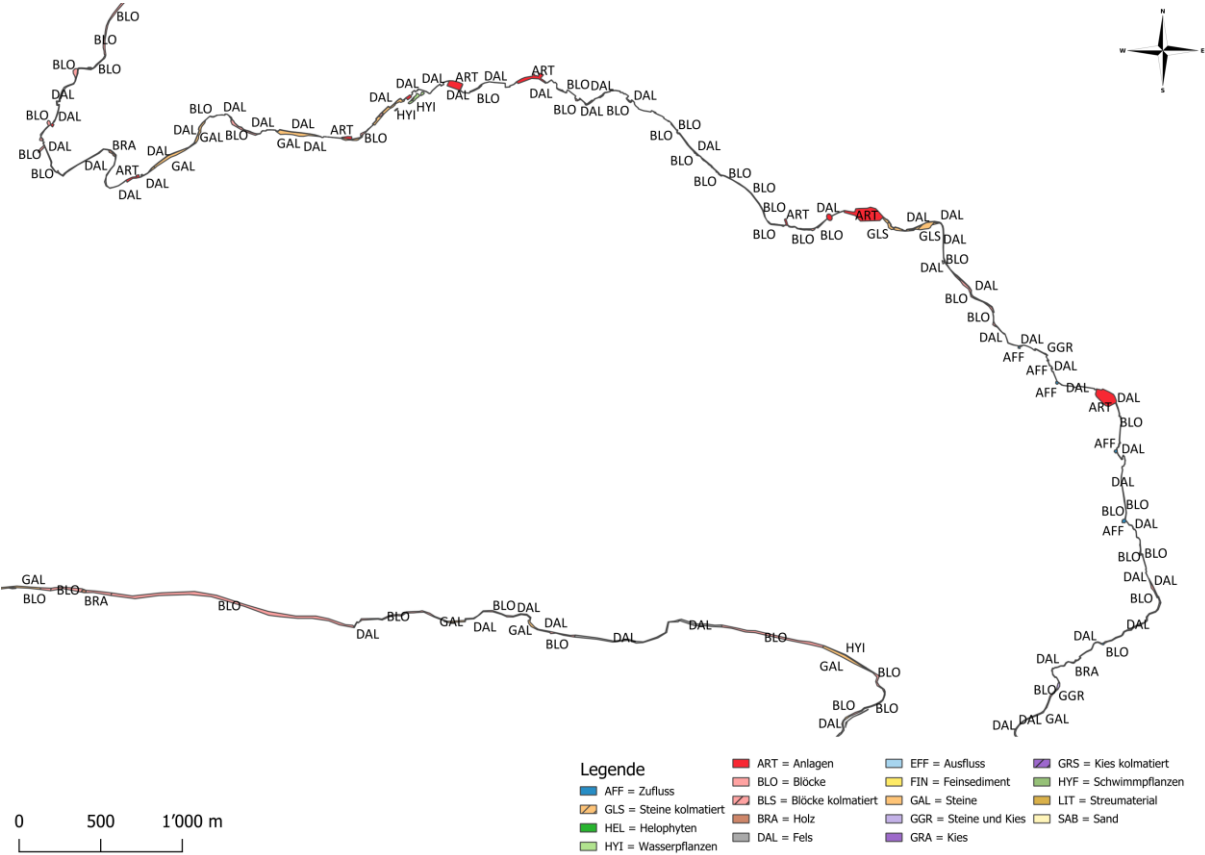


Abbildung 11-15. Karte der litoralen Habitate des Vierwaldstättersees – Vitznauerbecken.

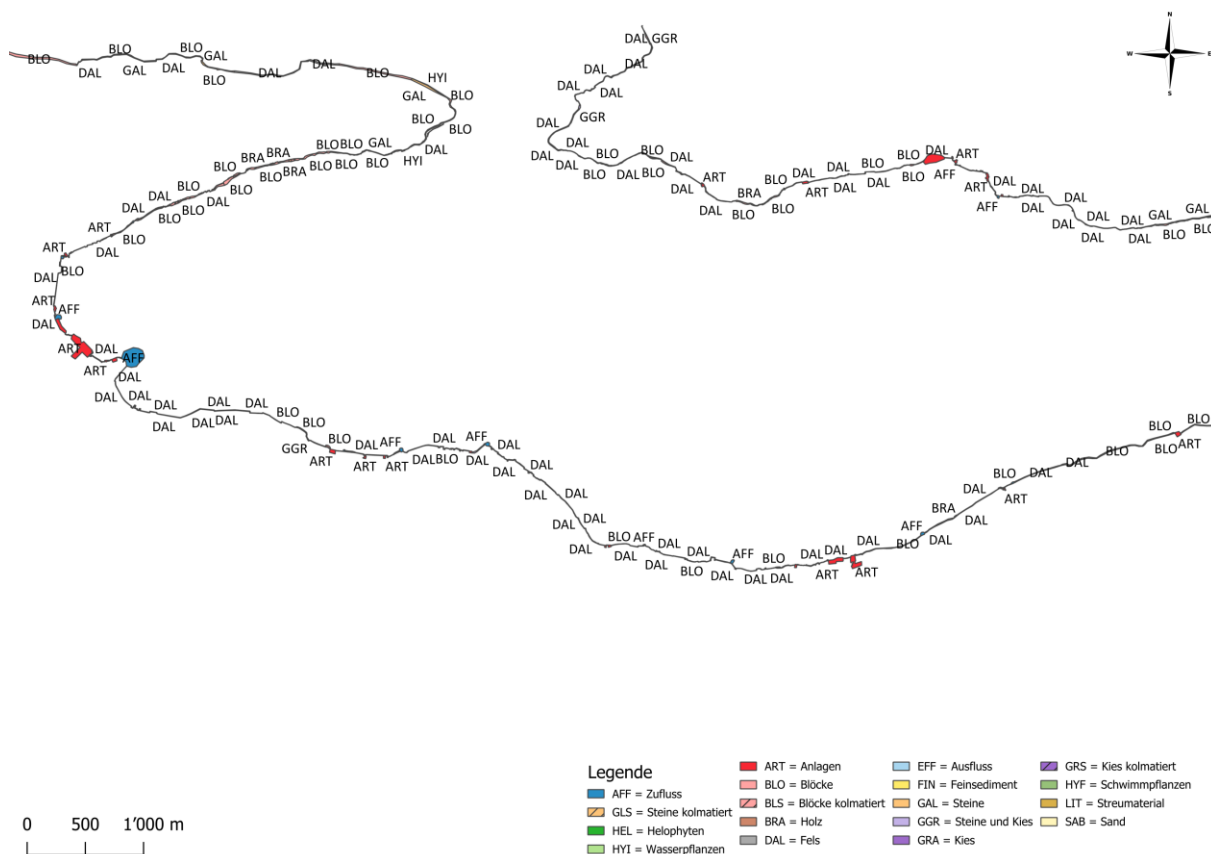


Abbildung 11-16. Karte der litoralen Habitate des Vierwaldstättersees – West Gersauersee.

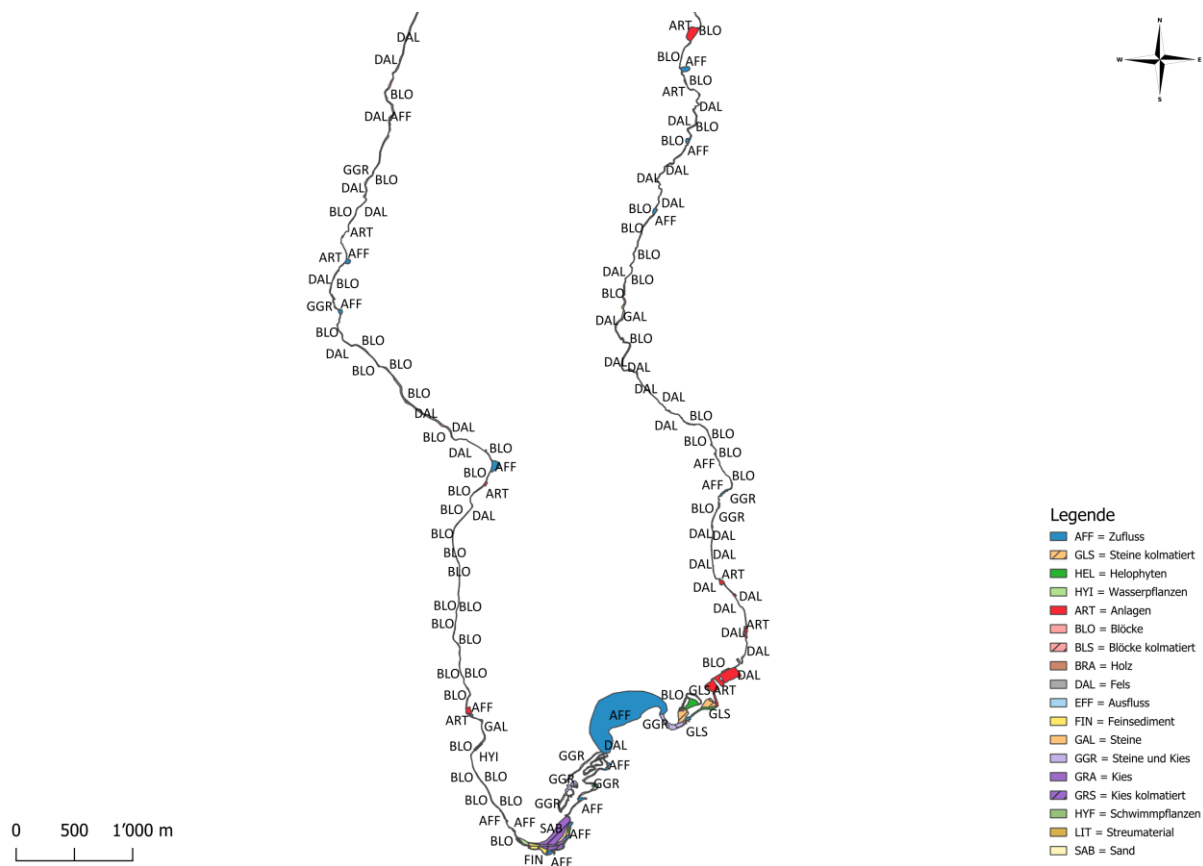


Abbildung 11-17. Karte der litoralen Habitate des Vierwaldstättersees – Süd Urnersee.

11.4.2 Alpnachersee

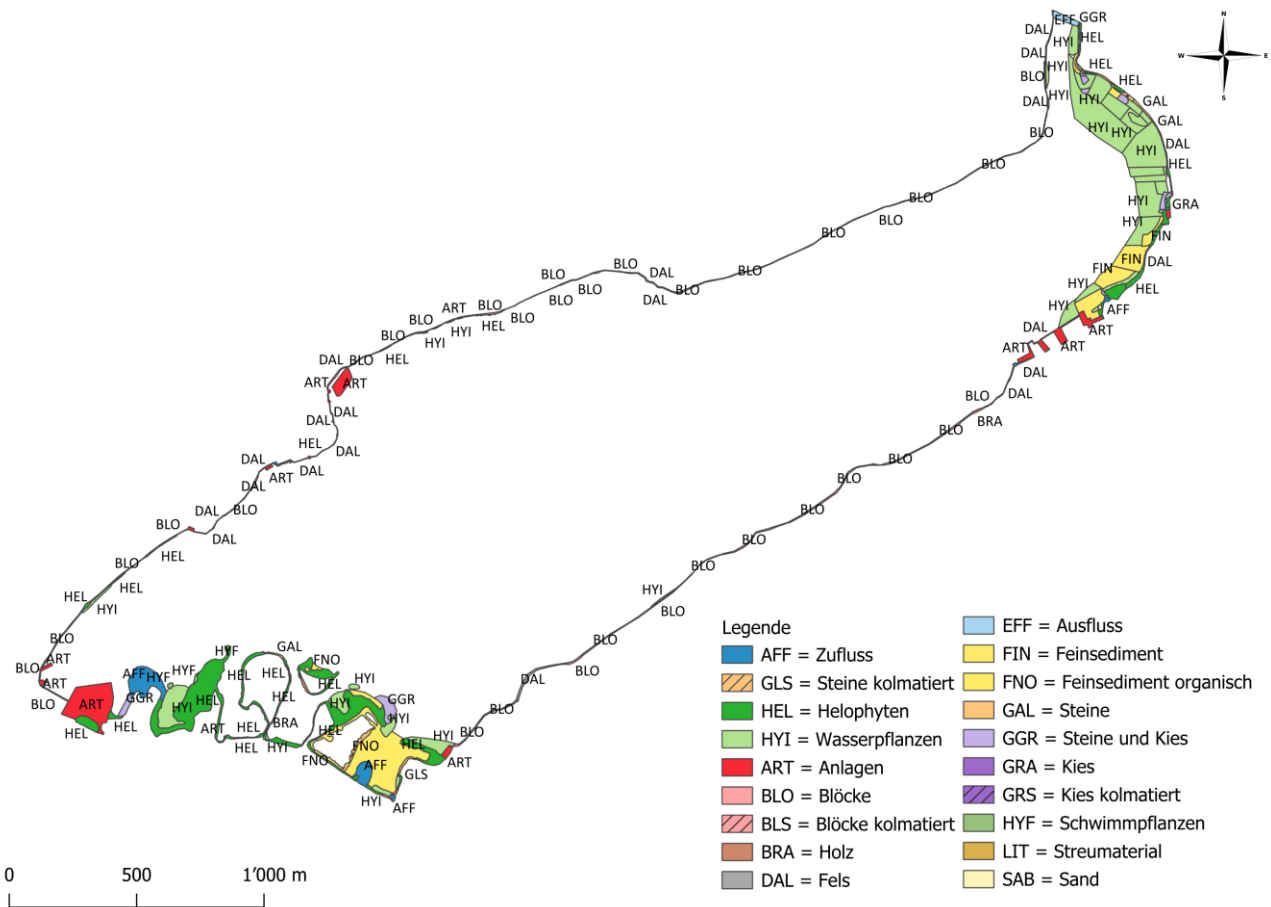


Abbildung 11-18. Karte der litoralen Habitate des Alpnachersees.

11.5 Fangstatistik

11.5.1 Vierwaldstättersee

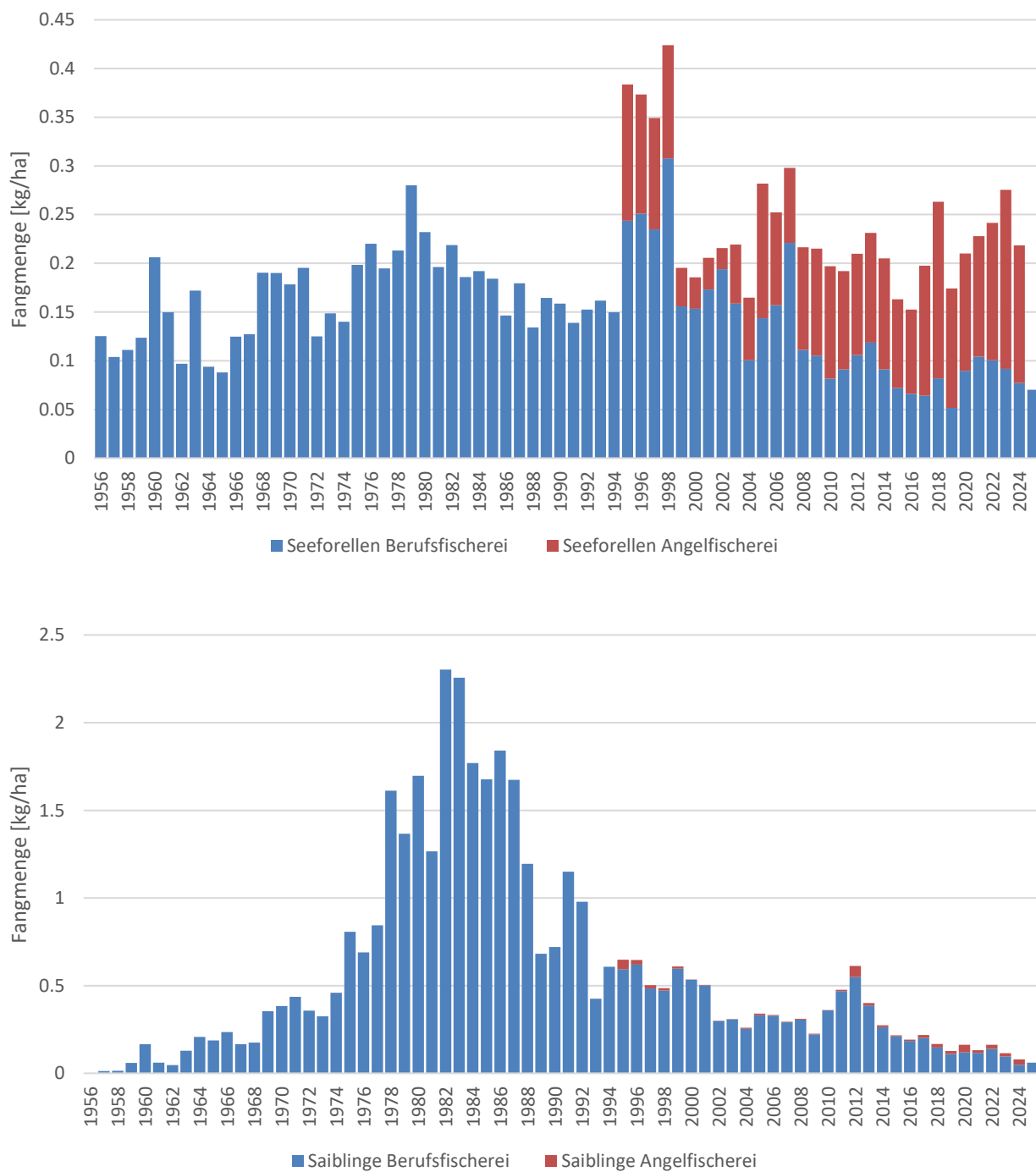


Abbildung 11-19. Fangstatistiken der Berufs- und Angelfischerei im Vierwaldstättersee (Daten: Fischereikommission Vierwaldstättersee).

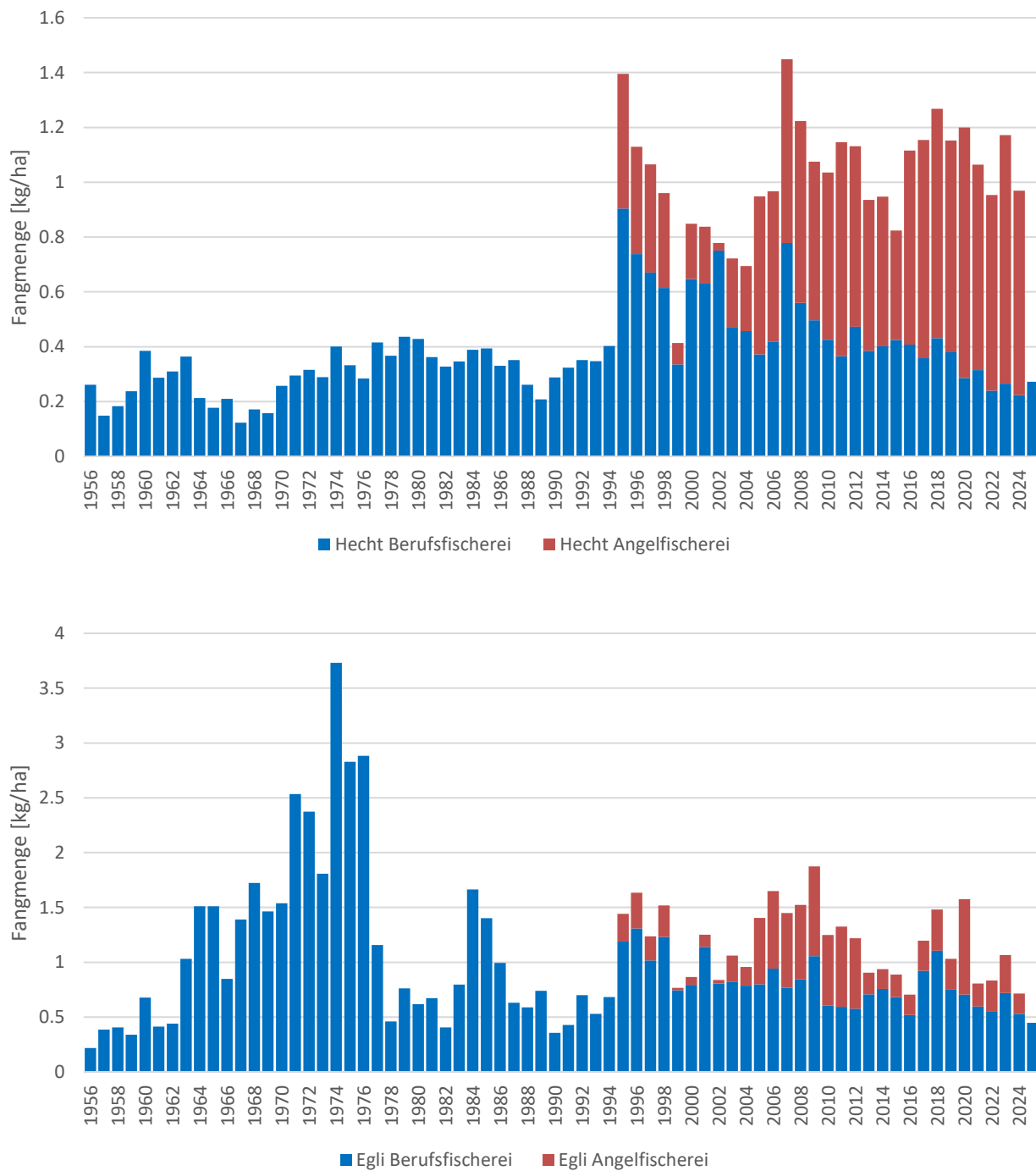
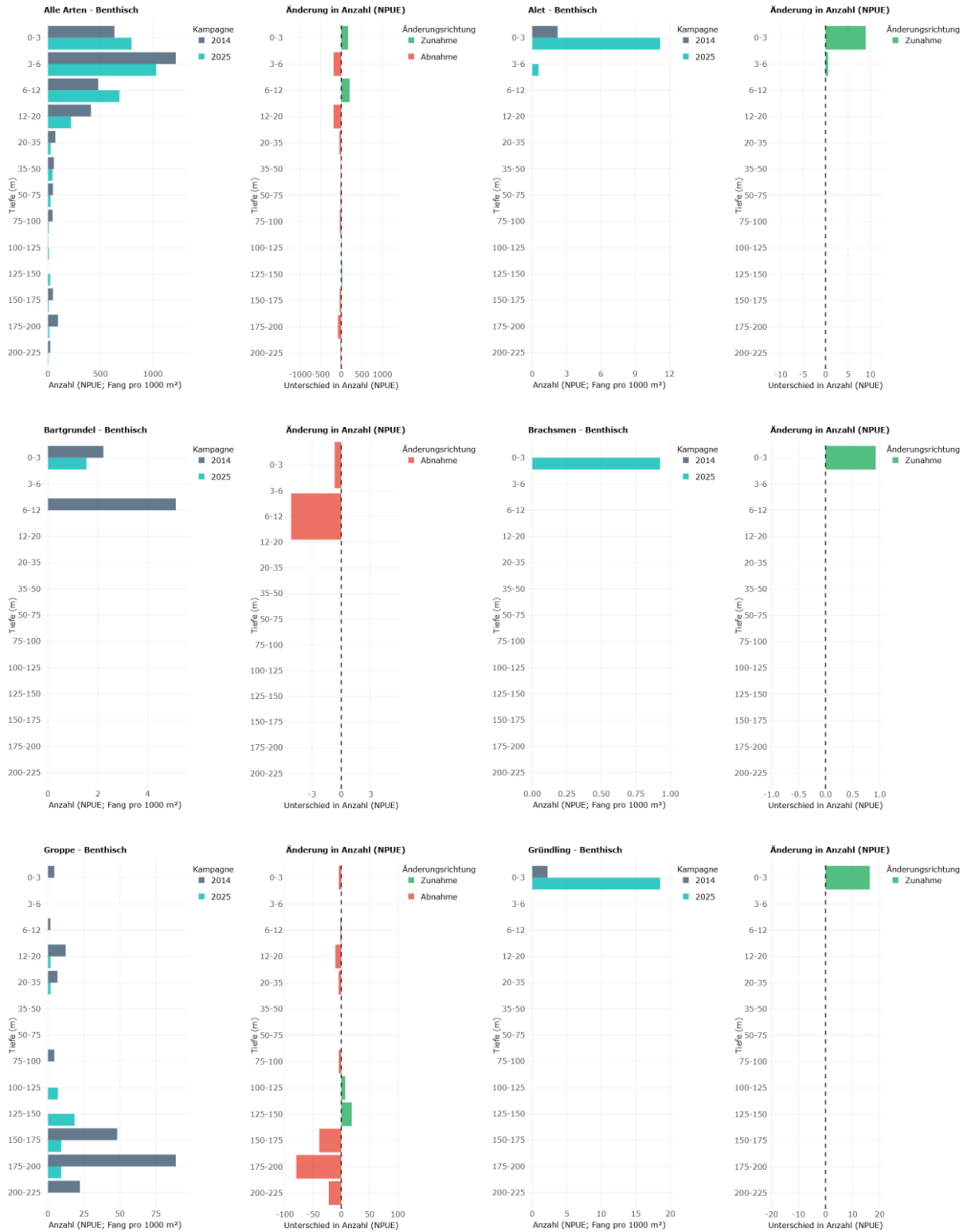


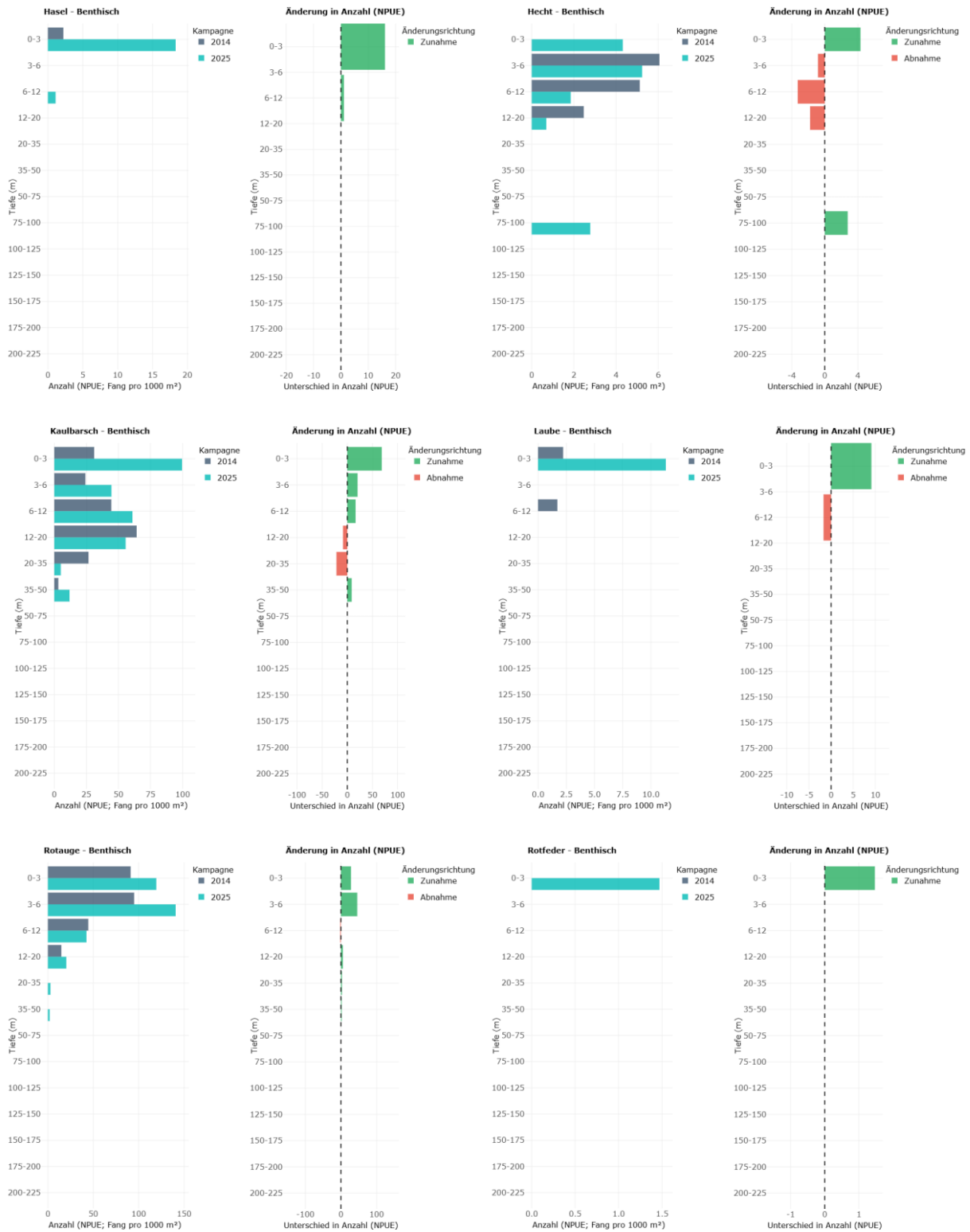
Abbildung 11-20. Fangstatistiken der Berufs- und Angelfischerei im Vierwaldstättersee (Daten: Fischereikommission Vierwaldstättersee).

11.6 Tiefenverteilung

11.6.1 Vierwaldstättersee

11.6.1.1 Benthische Netze





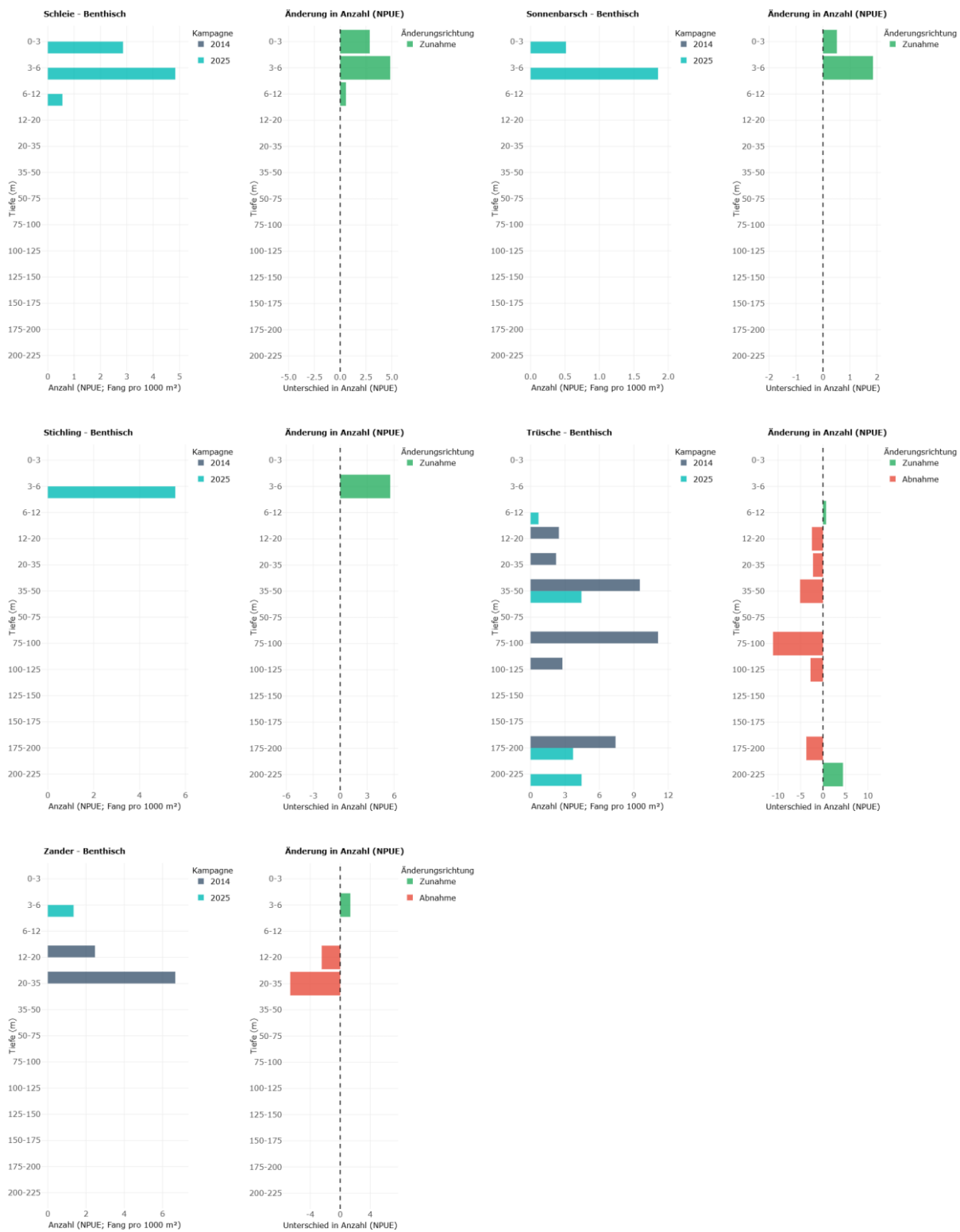
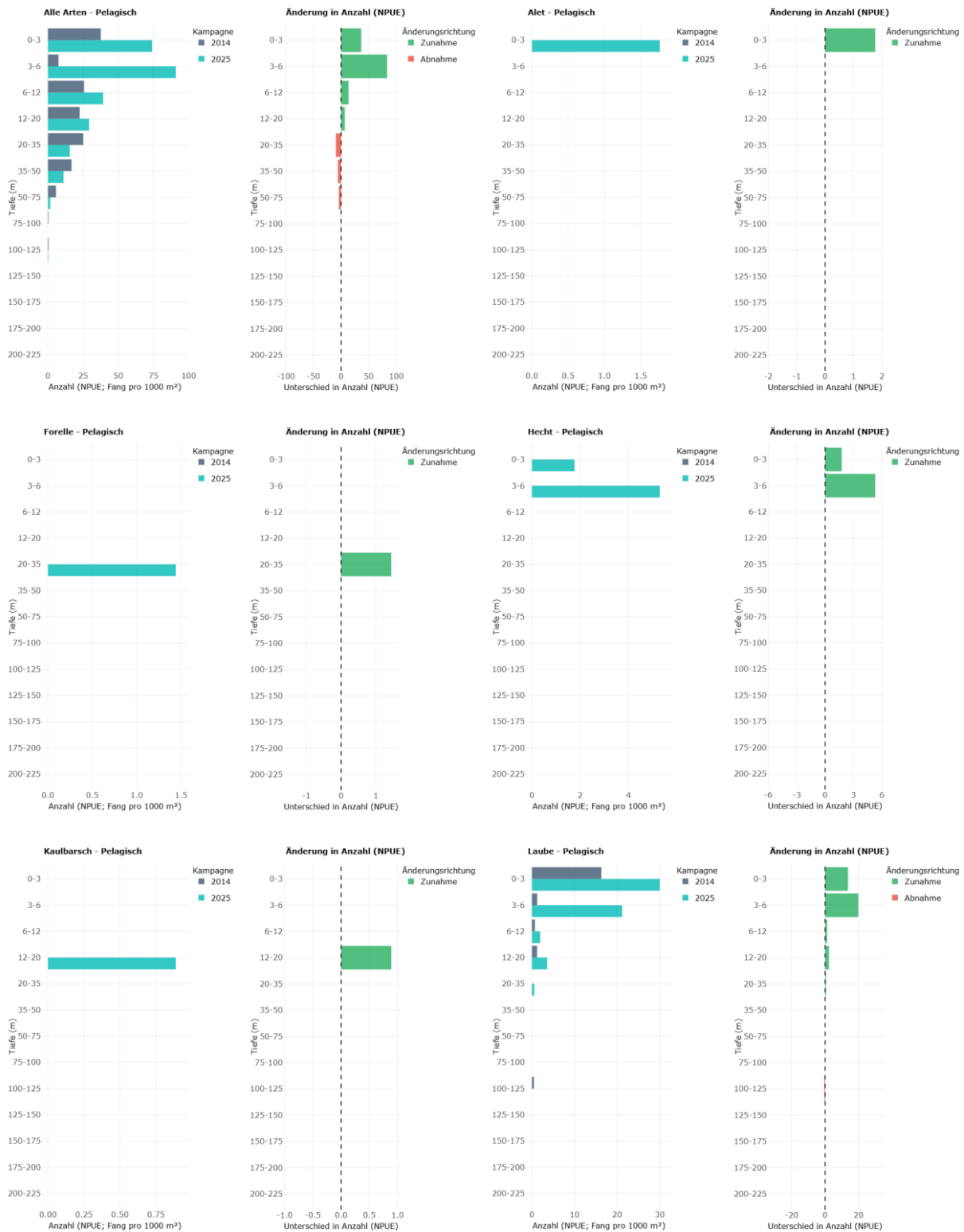


Abbildung 11-21. Anzahl (NPUE) und Veränderung der gefangenen Fische, dargestellt für verschiedene Tiefen im Vierwaldstättersee (Benthische Netze).

11.6.1.2 Vertikale Netze



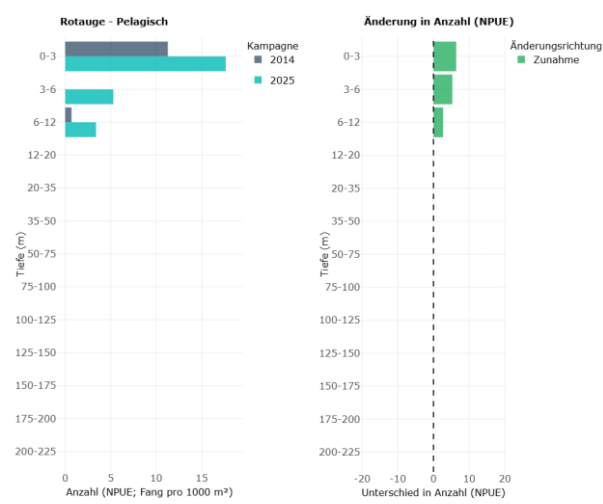
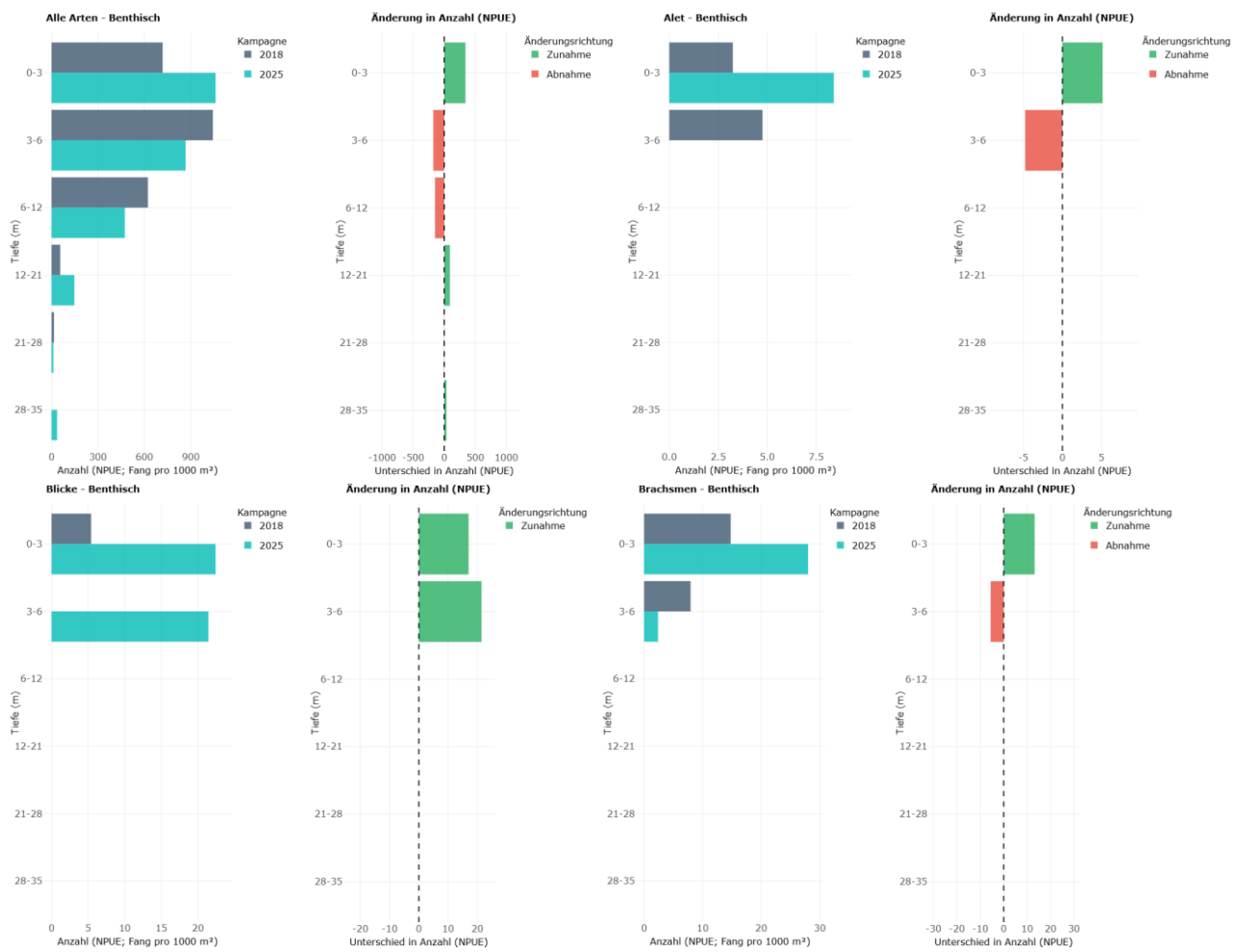


Abbildung 11-22, Anzahl (NPUE) und Veränderung der gefangenen Fische, dargestellt für verschiedene Tiefen im Vierwaldstättersee (Vertikale Netze).

11.6.2 Alpachersee

11.6.2.1 Benthische Netze







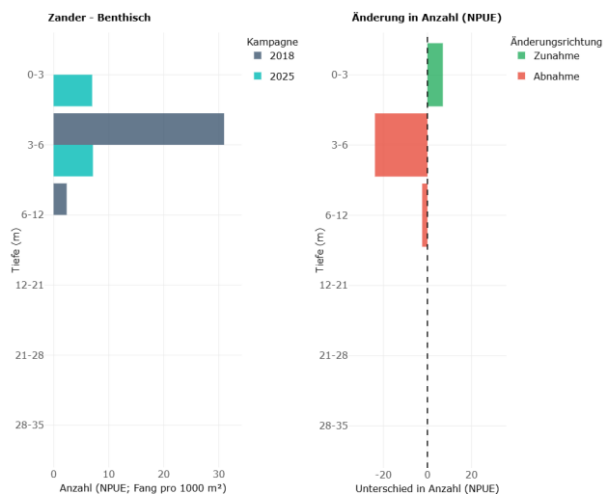
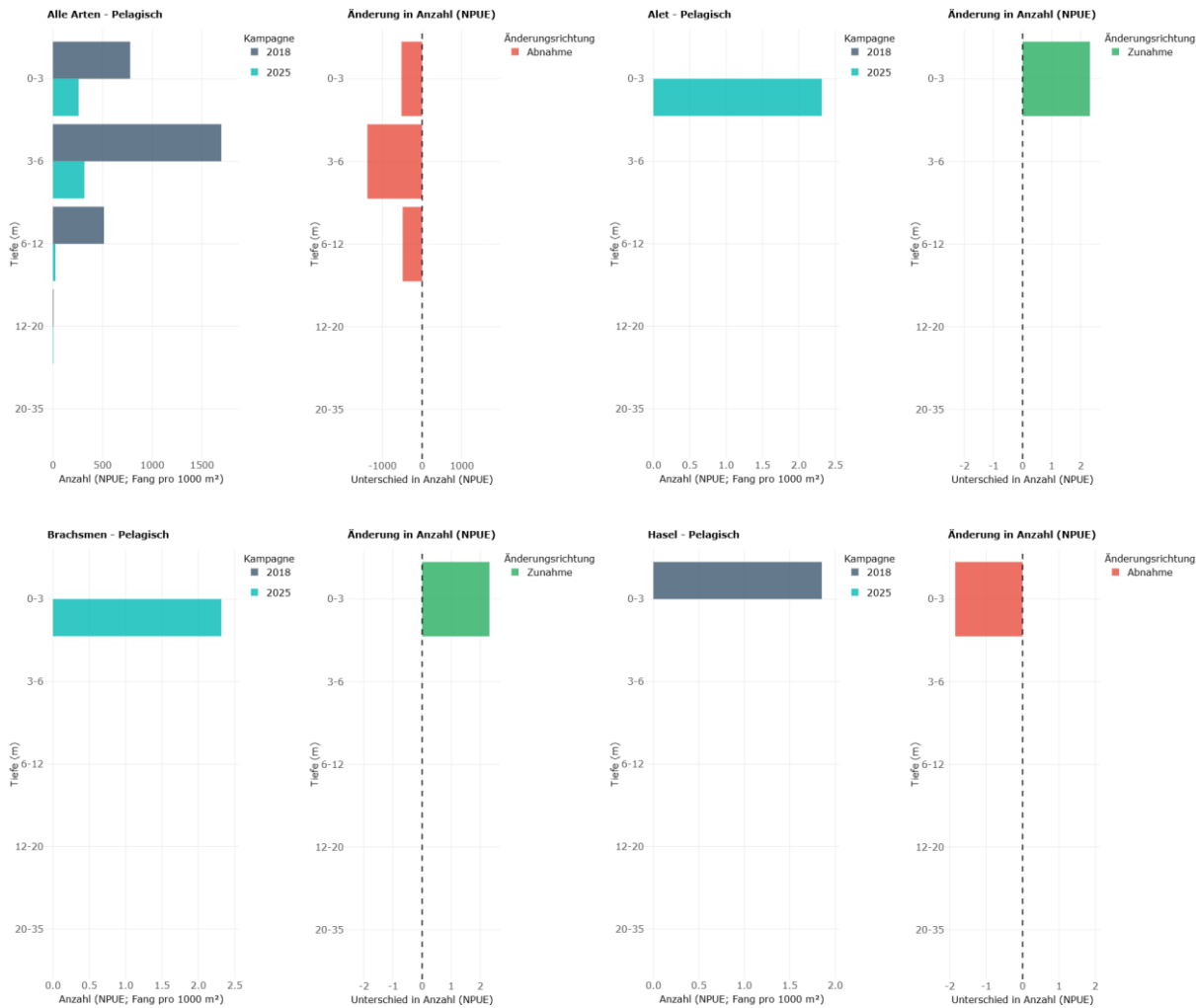


Abbildung 11-23. Anzahl (NPUE) und Veränderung der gefangenen Fische, dargestellt für verschiedene Tiefen im Alpnachersee (Benthische Netze).

11.6.2.2 Vertikale Netze



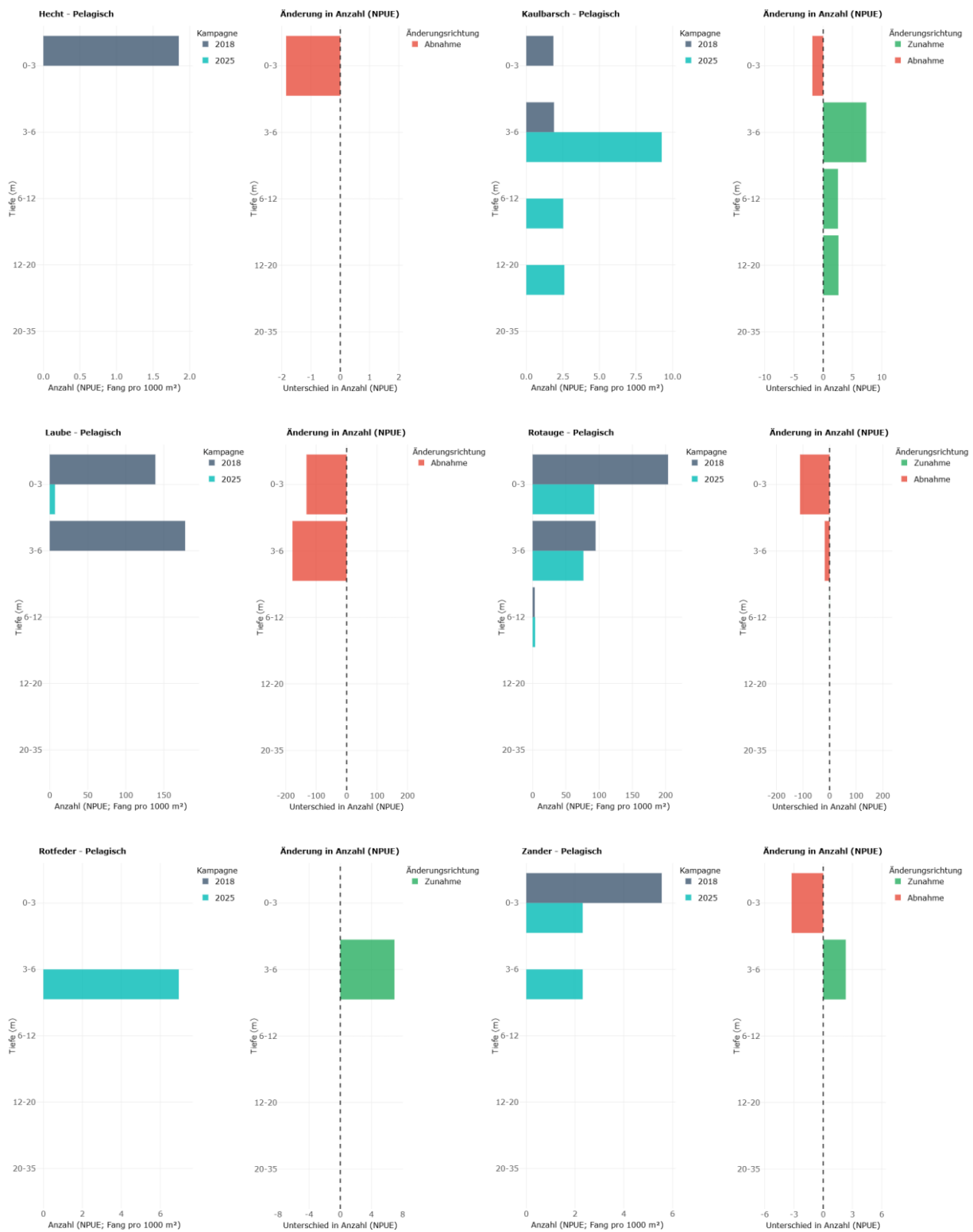
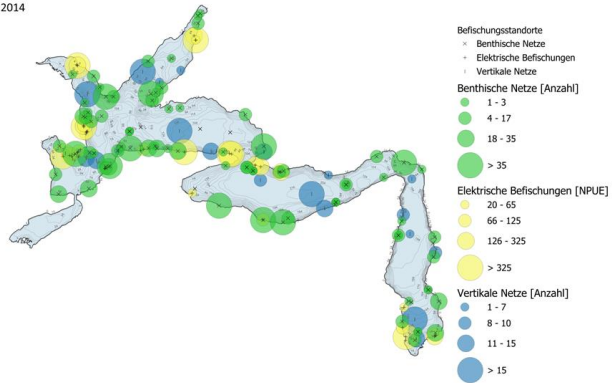


Abbildung 11-24. Anzahl (NPUE) und Veränderung der gefangenen Fische, dargestellt für verschiedene Tiefen im Alpnachersee (Vertikale Netze).

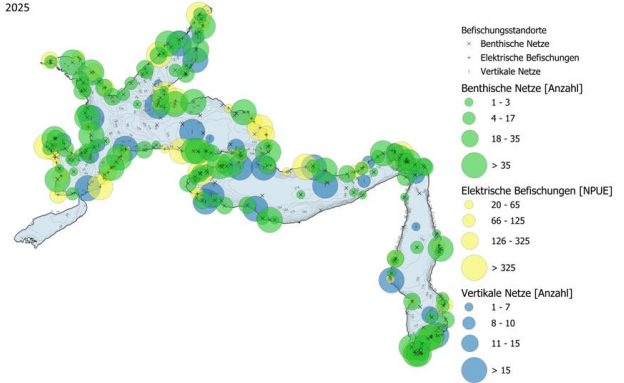
11.7 Geografische Verteilung

11.7.1 Vierwaldstättersee

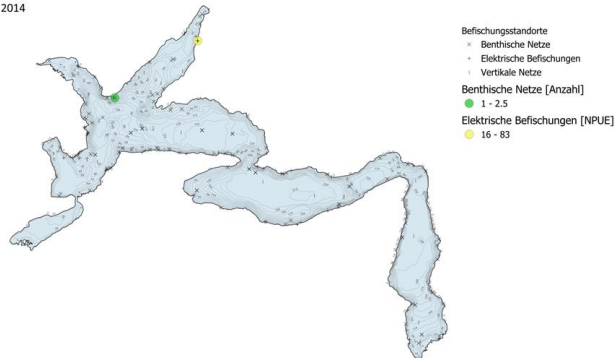
Alle Fischarten
2014



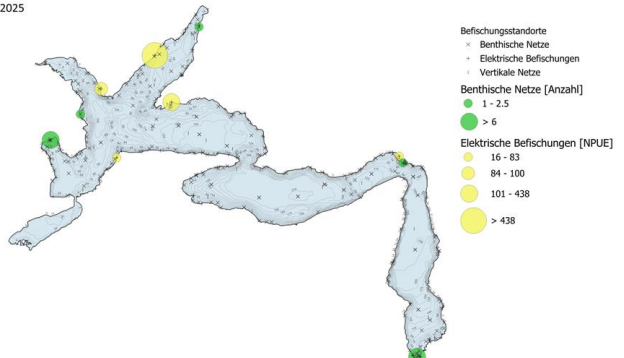
Alle Fischarten
2025



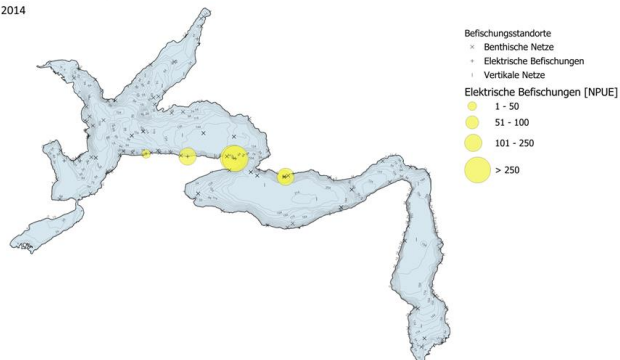
Gründling (*Gobio gobio*)
2014



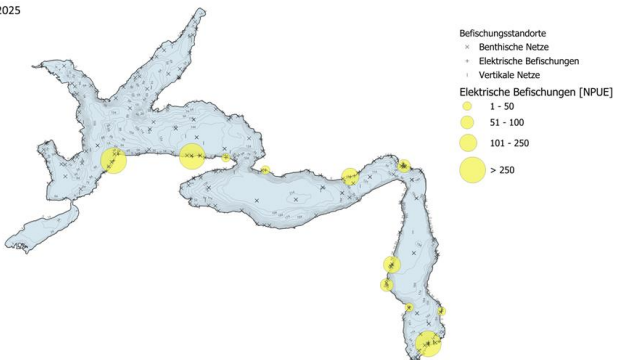
Gründling (*Gobio gobio*)
2025

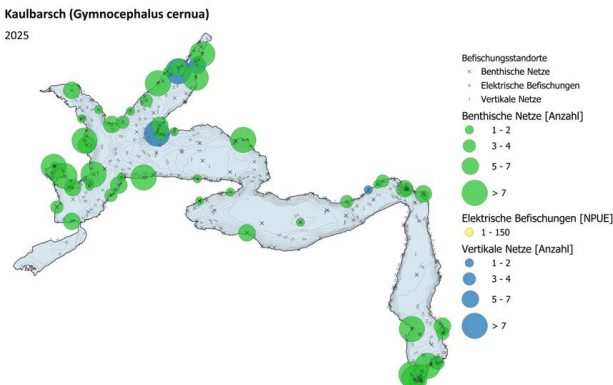
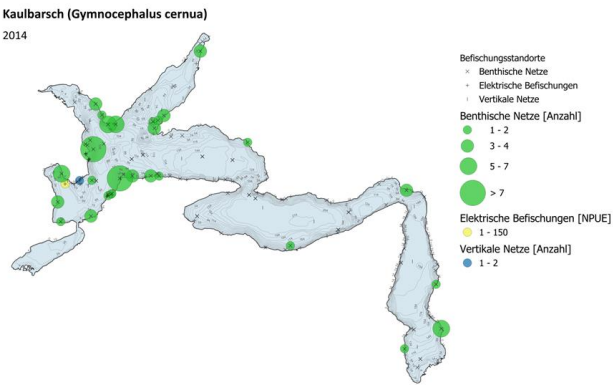
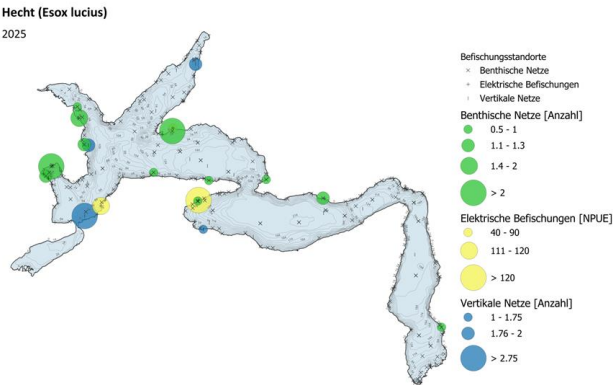
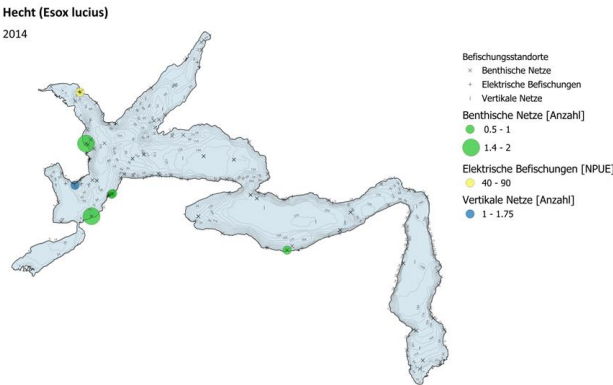
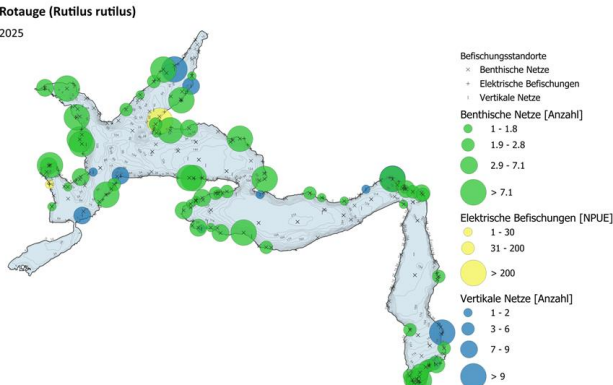
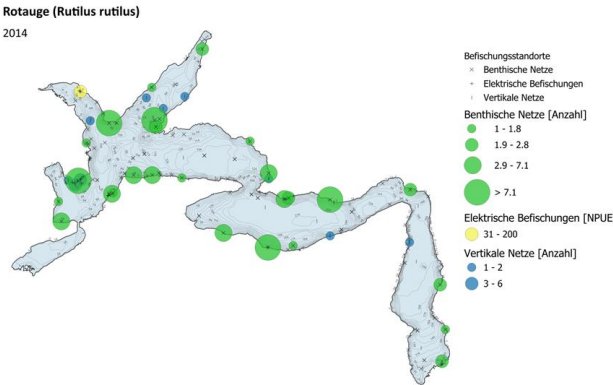
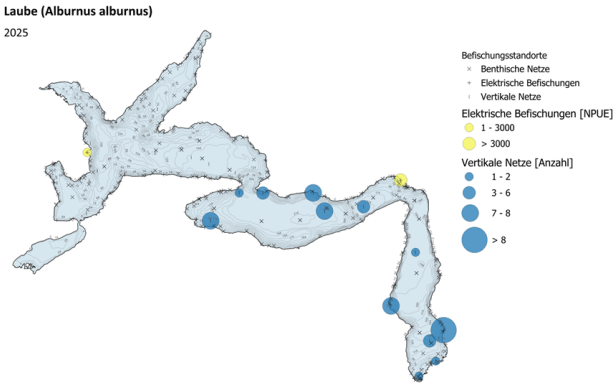
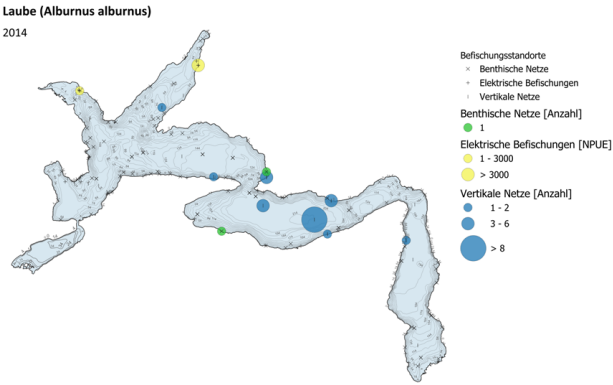


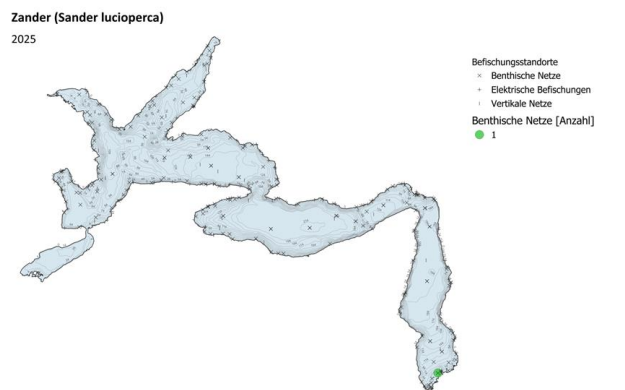
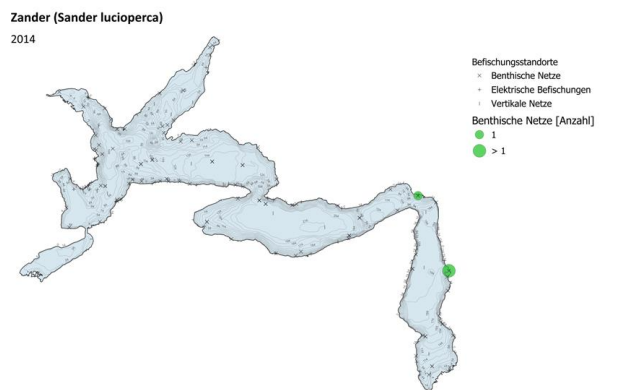
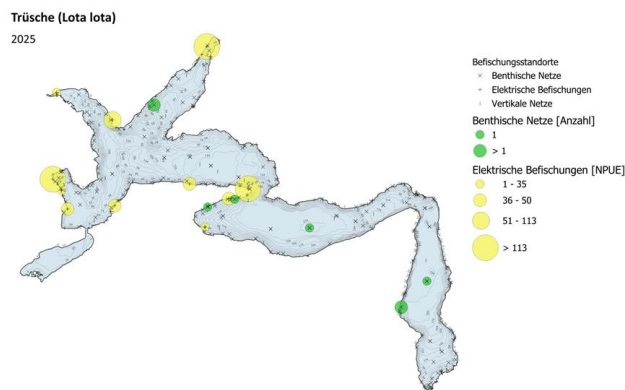
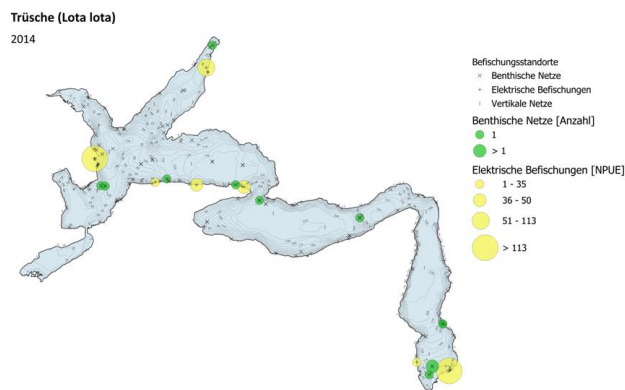
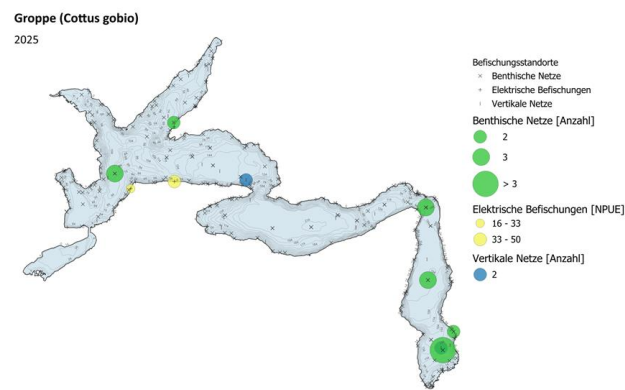
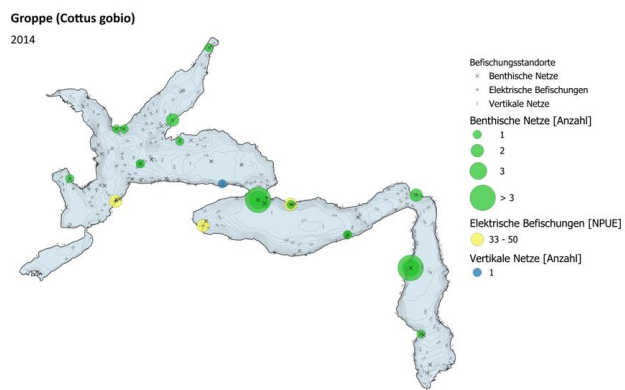
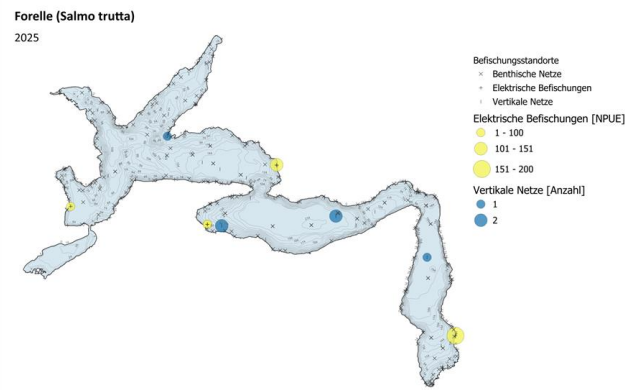
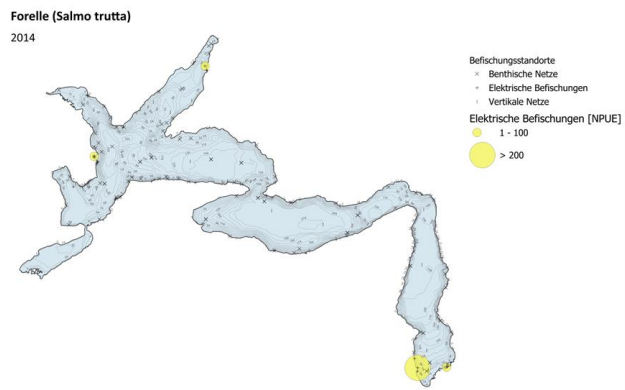
Elritze (*Phoxinus sp.*)
2014



Elritze (*Phoxinus sp.*)
2025



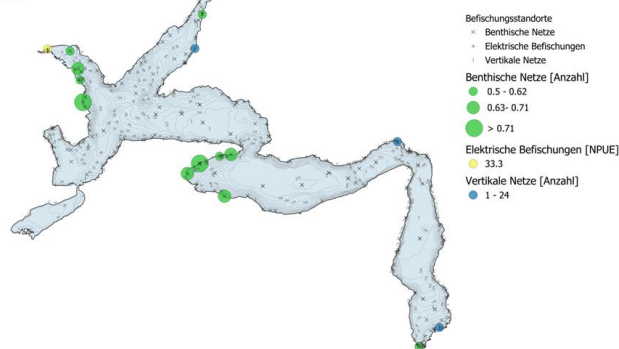




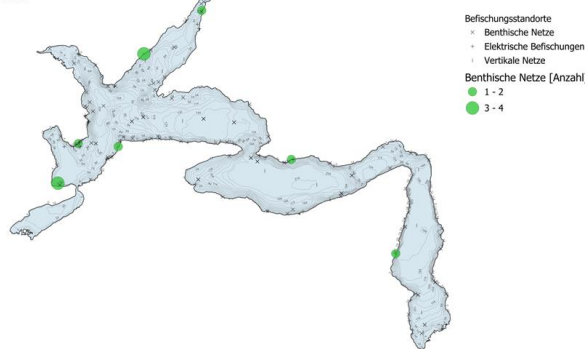
Schleie (*Tinca tinca*)
2014



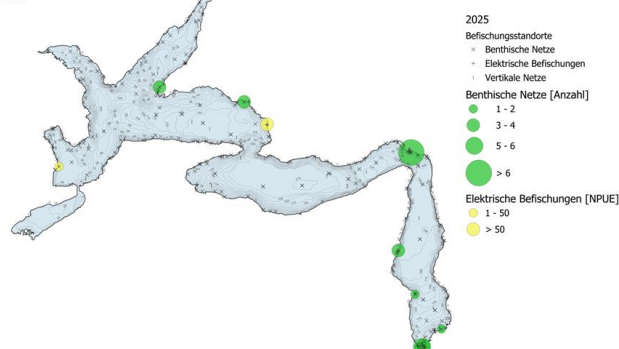
Schleie (*Tinca tinca*)
2025



Hasel (*Leuciscus leuciscus*)
2014



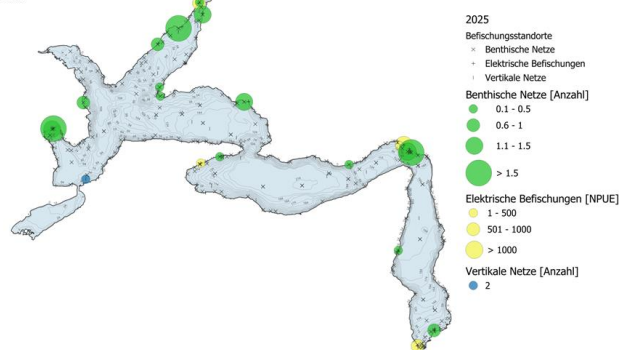
Hasel (*Leuciscus leuciscus*)
2025



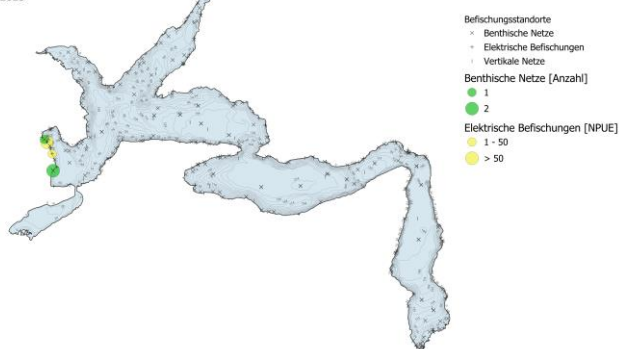
Alet (*Squalius cephalus*)
2014



Alet (*Squalius cephalus*)
2025



Sonnenbarsch (*Lepomis gibbosus*)
2025



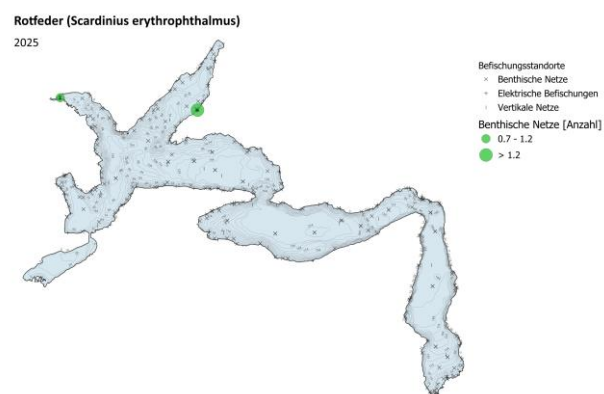
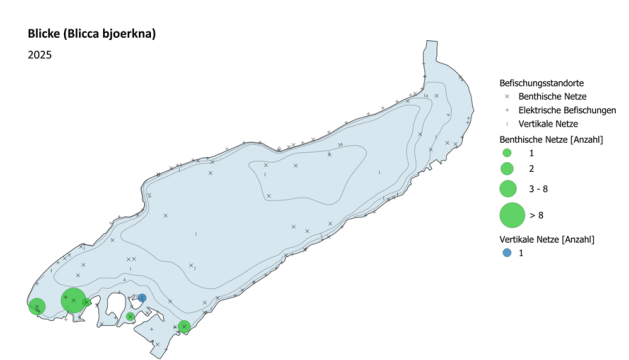
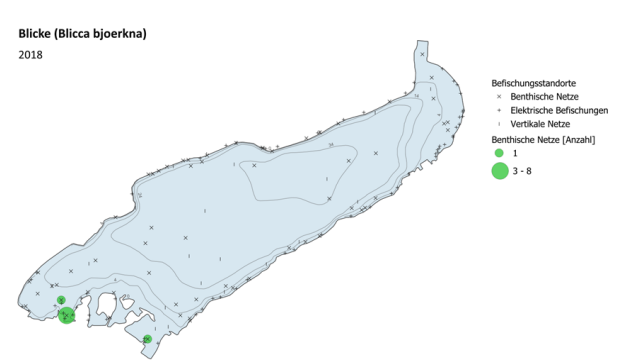
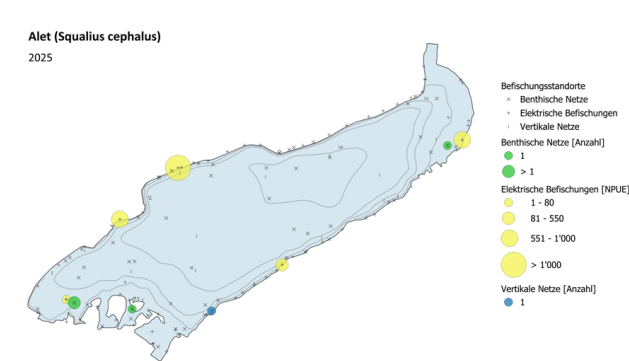
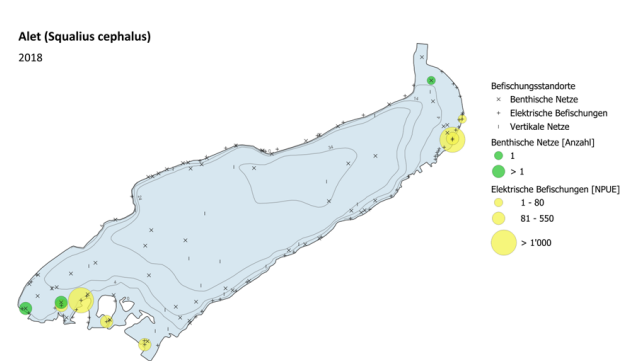
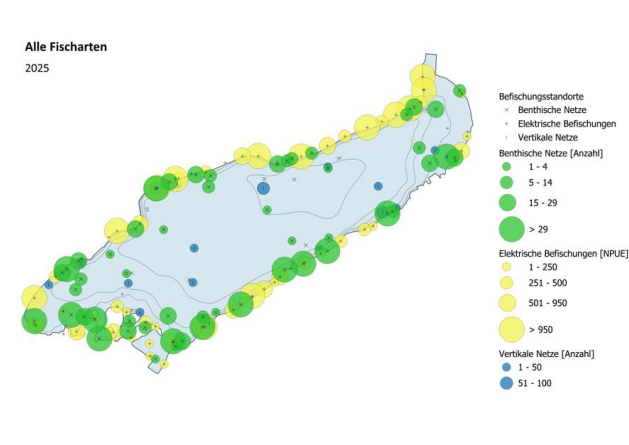
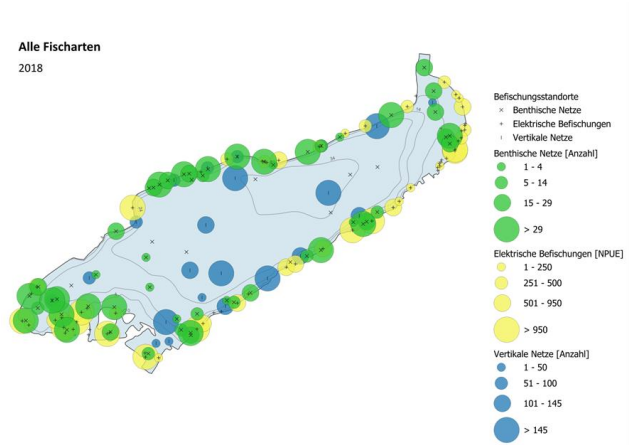
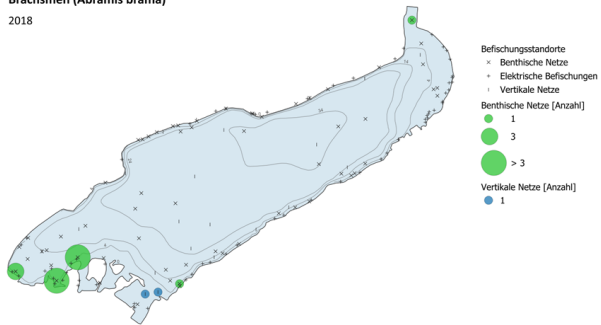


Abbildung 11-25. Geografische Verteilung der Fischarten (ausser Flussbarsch, Felchen und Seesaibling) im Vierwaldstättersee (alle Protokolle) im Jahr 2014 und 2025.

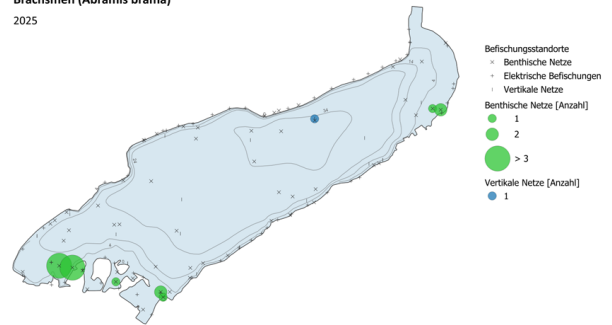
11.7.2 Alpnachersee



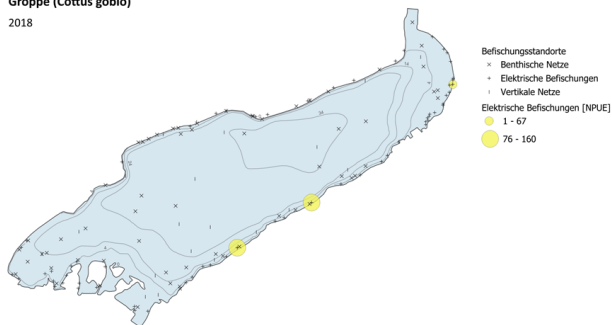
Brachmen (*Abramis brama*)
2018



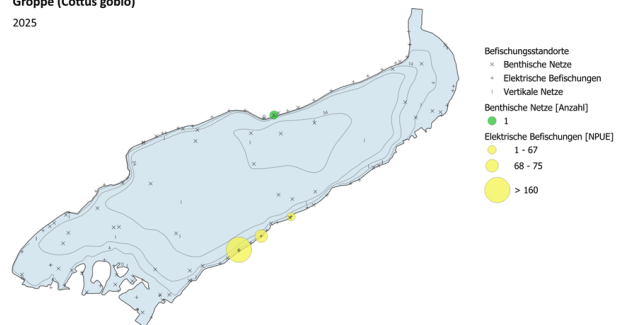
Brachmen (*Abramis brama*)
2025



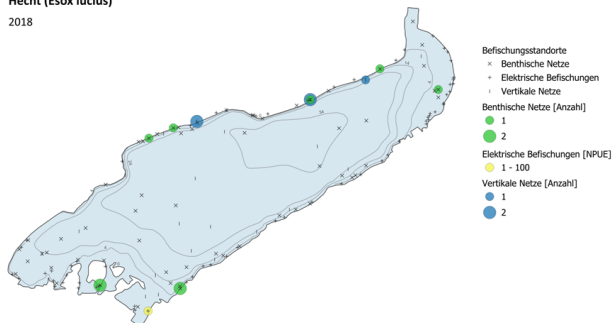
Groppe (*Cottus gobio*)
2018



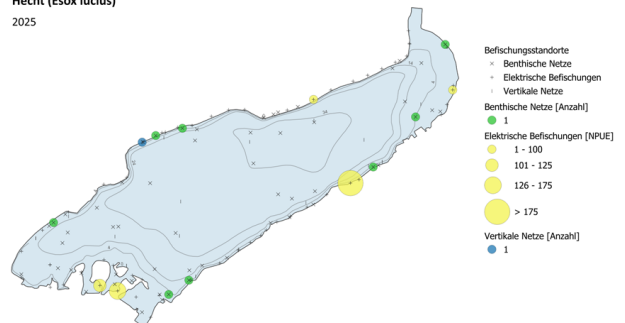
Groppe (*Cottus gobio*)
2025



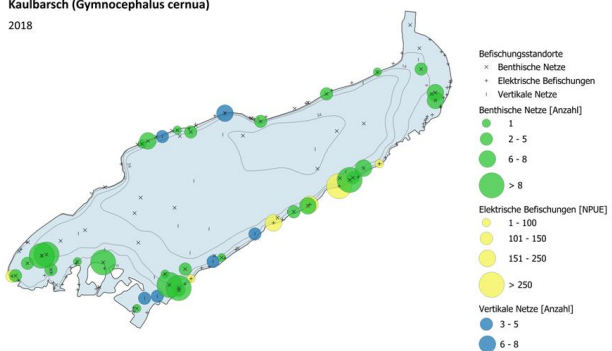
Hecht (*Esox lucius*)
2018



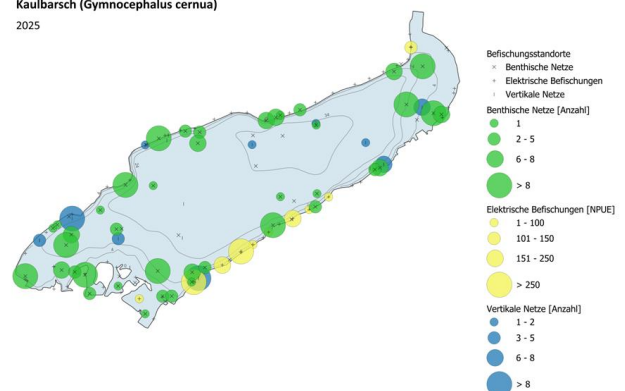
Hecht (*Esox lucius*)
2025



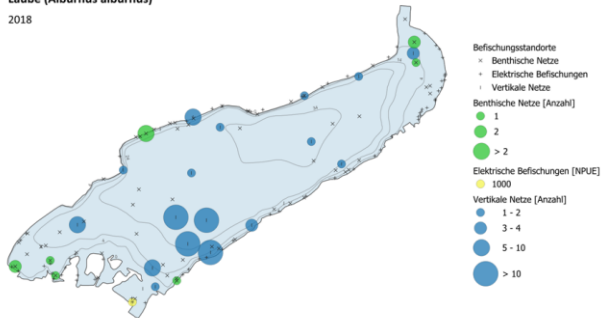
Kaulbarsch (*Gymnocephalus cernua*)
2018



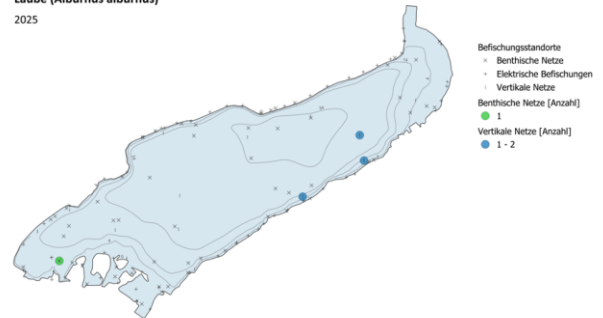
Kaulbarsch (*Gymnocephalus cernua*)
2025



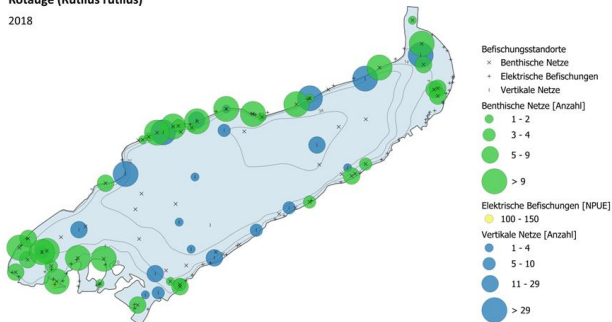
Laube (*Alburnus alburnus*)
2018



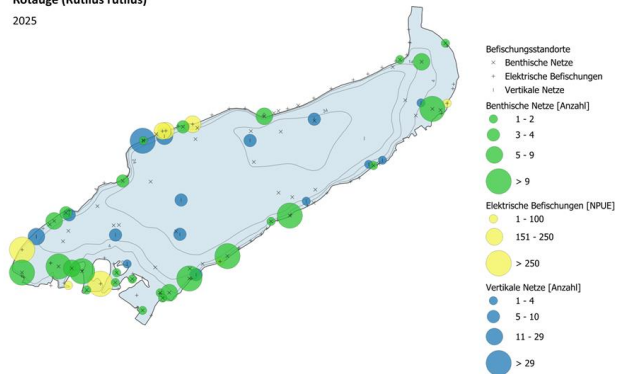
Laube (*Alburnus alburnus*)
2025



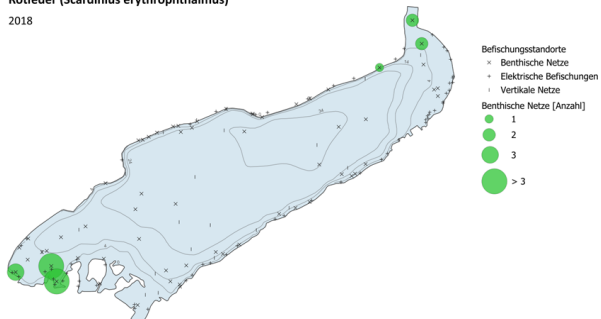
Rotaue (*Rutilus rutilus*)
2018



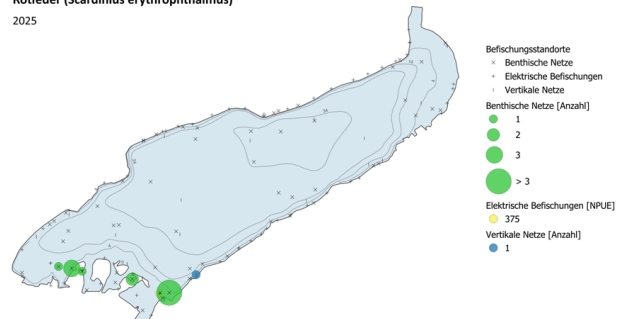
Rotaue (*Rutilus rutilus*)
2025



Rotfeder (*Scardinius erythrophthalmus*)
2018



Rotfeder (*Scardinius erythrophthalmus*)
2025



Schleie (*Tinca tinca*)
2018



Schleie (*Tinca tinca*)
2025



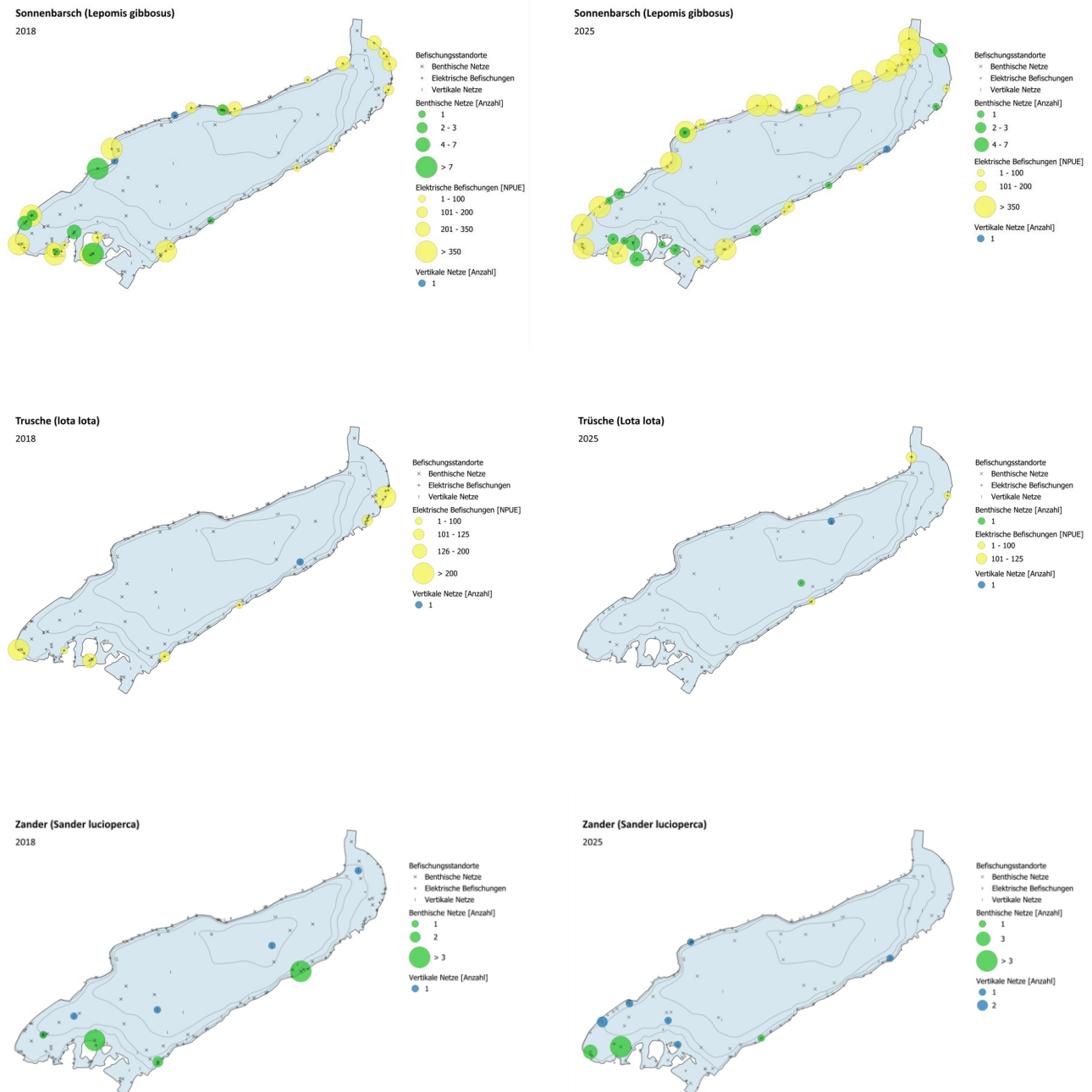


Abbildung 11-26. Geografische Verteilung der Fischarten (ausser Flussbarsch und Felchen) im Alpachersee (alle Protokolle) im Jahr 2018 und 2025.

11.8 Artenvielfalt

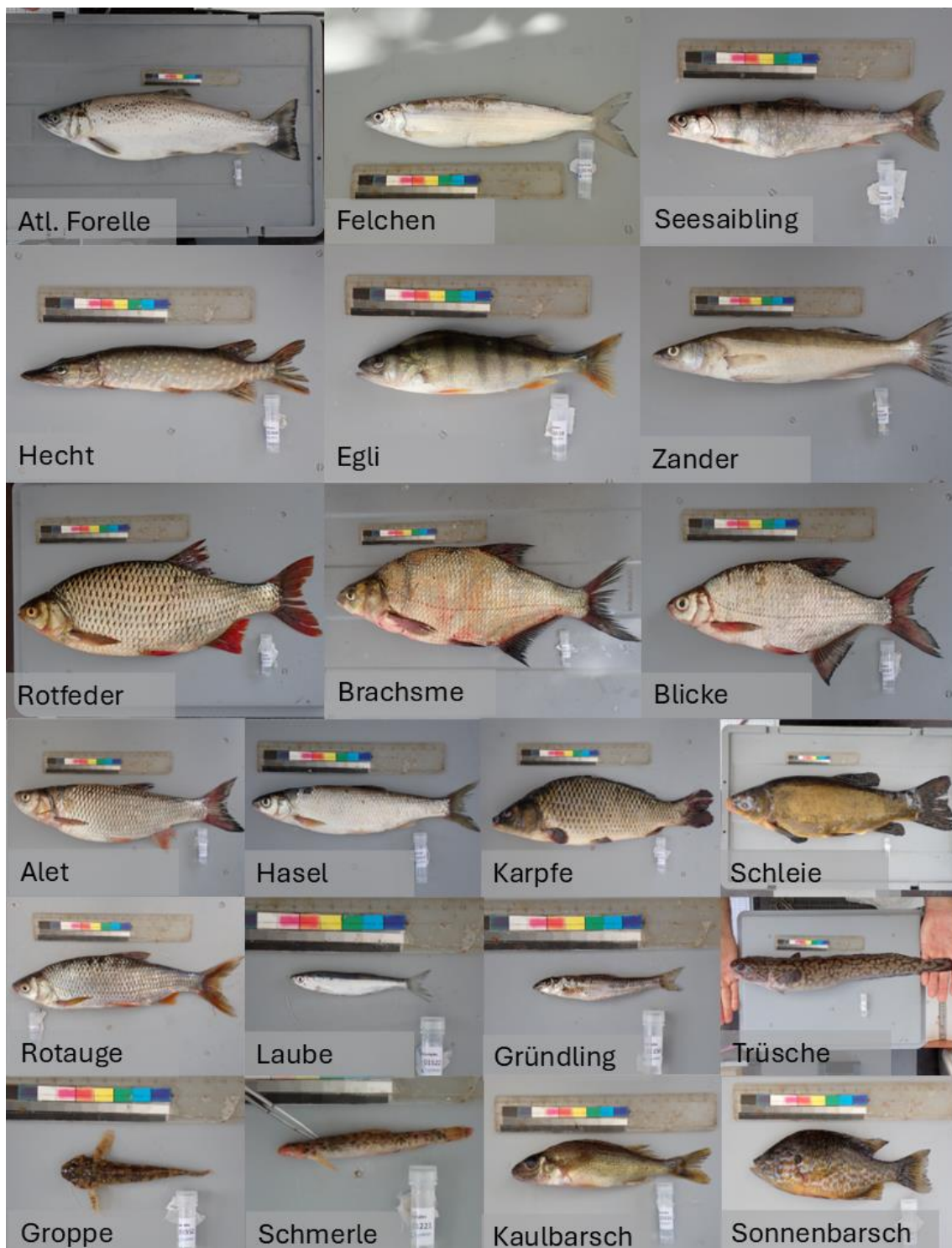


Abbildung 11-27. Standardisierte Aufnahme der während der Kampagne 2025 im Vierwaldstättersee und im Alpnachersee mittels Netzen gefangener Arten.