

Kanton Zug

Artenvielfalt und Zusammensetzung der Fischpopulation im Zugersee





Impressum

Autoren:

Pascal Vonlanthen
Guy Périat
Eawag, Abteilung Fischökologie und Evolution
Seestrasse 79
CH-6047 Kastanienbaum
pascal.vonlanthen@eawag.ch

Projektleiter:

Ole Seehausen, Eawag

In Zusammenarbeit mit:

Timothy J. Alexander, Eawag Jean Guillard, INRA Thonon Michel Colon, INRA Thonon

Titelbild:

Timothy Alexander und Thomas Poulleau lösen Flussbarsch und Kaulbarsche aus einem Vertikalnetz. © Amt für Jagd und Wild Kanton Zug.

Danksagung:

Die Autoren möchten sich recht herzlich bei allen bedanken, die an dem Projekt mitgearbeitet oder das Projekt unterstützt haben. Insbesondere sind dies: Peter Ulmann, Felix Ammann, Timon Polli, Claudius Huber, André Dettling. Mathias Sigrist, Mario Eckart, Jennifer Pulver, Christian Rösch, Jonathan Paris, Gregory Tourreau, Michael Goguilly, Thomas Poulleau, Erwin Schaeffer und Jennifer Vonlanthen-Heuck. Finanziert wurde das Projekt vom BAFU, von der Eawag, und vom Amt für Wald und Wild des Kanons Zug.

Inhaltsverzeichnis

1	ZUS	SAMMENFASSUNG	2
2	AU:	SGANGSLAGE	3
	2.1	Weshalb ein "Projet Lac"	3
	2.2	ZIELSETZUNGEN	4
3	ME	THODEN	5
	3.1	CHEMISCHE UND PHYSIKALISCHE MESSREIHEN	5
	3.2	Habitatkartierung	5
	3.3	Probenahme der Fische	5
	3.4	FISCHFANGSTATISTIKEN	6
4	RES	SULTATE	8
	4.1	Physikalische und Chemische Daten	8
	4.2	Habitatkartierung	11
	4.3	STANDARDISIERTE ABFISCHUNG	14
	4.4	FISCHEREILICHE ASPEKTE	24
5	SYN	NTHESE	32
	5.1	ÖKOLOGISCHE BEWERTUNG DES ZUGERSEES	32
	5.2	FISCHEREILICHE NUTZUNG	33
6	SCF	ILUSSFOLGERUNGEN UND EMPFEHLUNGEN	35
7	ABI	BILDUNGSVERZEICHNIS	37
8	LITE	ERATURVERZEICHNIS	39
9	AN	HANG	40
	9.1	ÜBERSICHT FÄNGE: CPUE DER GEFANGENEN FISCHE	40
	9.2	RESULTATE DER PERMUTATIONEN	40



1 Zusammenfassung

Um unsere Gewässer effizient zu bewirtschaften und zu schützen, muss ihr Ist-Zustand bekannt sein. Im "Projet Lac" wird die Fischartenzusammensetzung in den alpinen Seen zum ersten Mal überhaupt standardisiert erhoben. Dieser Bericht fasst die Resultate für den Zugersee zusammen. Über fünf Tage wurden im Jahr 2013 im Zugersee insgesamt 188 standardisierte und reproduzierbare Befischungsaktionen durchgeführt. Diese Resultate können in Zukunft als Vergleich für die Entwicklung der Fischgemeinschaft im Zugersee herangezogen werden. Darüber hinaus können folgende Rückschlüsse gezogen werden:

Der Zugersee gehört zu den Schweizer Seen, die im letzten Jahrhundert am stärksten anthropogen beeinträchtigt wurden. Nicht nur die Eutrophierung hat sich stark auf den See ausgewirkt, sondern auch die Ufer sind stark verbaut worden. Betroffen sind insbesondere die für die Fische wichtigen flachen Kieselufer, die früher im See häufig vertreten waren. Eine Renaturierung dieser Seeufer in Kombination mit einer Verbesserung der Wasserqualität dürfte deshalb verschiedenen Fischarten zu Gute kommen.

Im Zugersee wurden in den letzten 100 Jahren 28 Fischarten dokumentiert. Darunter sind 23 einheimische Arten und fünf Neozoen. Im Rahmen des "Projet Lac" konnte keine bisher unbekannte Art festgestellt werden. Mit grosser Wahrscheinlichkeit ausgestorben sind die Nase und das Zuger Albeli. Aufgrund von historischen Dokumenten kann rekonstruiert werden, dass der Zugersee früher ein typischer tiefer Voralpenrandsee war, in dem die Felchen dominierend waren. Heute weicht die Fischgemeinschaft stark von diesem historischen Referenzzustand ab. Es sind zwar nur wenige Arten ausgestorben, und "nur" fünf Neozoen eingeführt worden, die Häufigkeit der verschiedenen Fischarten hat sich jedoch stark verschoben. Die früher häufigen Felchen sind heute im See vergleichsweise selten, auch wenn sie für die Berufsfischerei nach wie vor eine wichtige Rolle spielen. Dasselbe gilt für den Seesaibling. Es ist unwahrscheinlich, dass diese beiden Fischarten ohne Besatzmassnahmen überhaupt noch im See vorkommen würden, da die Laichhabitate beider Arten stark beeinträchtigt sind. Das Pelagial wird klar von den Flussbarschen dominiert, was für einen Voralpenrandsee atypisch ist. Im Benthal sind ebenfalls Flussbarsche vorhanden, ebenso wie die eingeführten Kaulbarsche. Das weitgehend anoxische Hypolimnion kann nicht mehr von Fischen bewohnt werden.

Auch wenn diese Ergebnisse nicht überraschen, so stehen diese doch in einem gewissen Widerspruch zu den Berufsfischerfängen, die noch bis in die 1990er Jahre auf einen guten Felchen- und bis heute auf einen guten Seesaiblingsbestand im See hinzuweisen scheinen.

Stichwörter

Fische – Biodiversität – Inventar – Projet Lac – See – Morphologie – Zugersee



2 Ausgangslage

2.1 Weshalb ein "Projet Lac"

Zur rechtlichen Verpflichtung

Um unsere Umwelt effizient schützen zu können, muss der Zustand der Ökosysteme bekannt sein. In der Europäischen Union besteht diesbezüglich für Fliessgewässer und Seen eine rechtliche Verpflichtung, Wasserrahmenrichtlinie (RL 2000/60) geregelt ist. In der Schweiz verpflichtet das Umweltschutzgesetz (USG, SR 814.01) vor dem Bau jeglicher Anlagen, welche die Umwelt beeinträchtigen könnten, eine Umweltverträglichkeitsprüfung durchzuführen, in welcher der Ausgangszustand des Ökosystems bestimmt werden muss (Art. 10b USG). Bezüglich der aquatischen Fauna sind die Kantone gemäss Verordnung zum Bundesgesetz über die Fischerei (VBGF, SR 923.01) verpflichtet, den Bund über das Vorhandensein von gefährdeten Arten (Gefährdungsstatus 1-3) zu informieren (Art. 10 VBFG).

In den Alpenrandseen ist die Anwendung dieser gesetzlichen Verpflichtungen oft schwierig, da die Umweltverträglichkeitsprüfung mit einem erheblichen Aufwand verbunden ist. Als Gründe sind insbesondere die Grösse und die Tiefe der Seen aufzuführen, die eine standardisierte Erhebung der Artenvielfalt erschweren. In der Tat ist eher wenig über die Artenvielfalt in den Alpenrandseen bekannt, was auch auf die Fische zutrifft, für welche die Datengrundlage fast ausschliesslich auf den Fischfangstatistiken beruht.

Fische als Bioindikator Die Artenzusammensetzung der Fischpopulation eines Gewässers stellt allerdings einen hervorragenden Indikator für die Qualität und die Güte eines Ökosystems dar (Degiorgi & Raymond 2000; Karr 1981). Hervorzuheben sind diesbezüglich folgende Punkte:

- Fische sind langlebig und integrieren deshalb Effekte über einen langen Zeitraum.
- Fische nutzen ein grosses trophisches Spektrum, das in Form von Anpassungen an unterschiedliche Nahrungsnischen verdeutlicht wird.
- Fische haben unterschiedliche Ansprüche an die Wasserqualität.
- Die Habitat-Ansprüche variieren zwischen den verschiedenen Arten und zwischen den verschiedenen Altersstadien innerhalb einer Art.

Um Fische erfolgreich als Bioindikator nutzen zu können, müssen standardisierte Methoden angewendet werden, die reproduzierbar und somit vergleichbar sind. Da Fische wandern können, müssen die Methoden zudem simultan in allen Bereichen eines Gewässers angewendet werden. Aus diesem Grunde ist eine standardisierte Befischung der Seen sehr aufwendig und wurde in der Schweiz bisher noch in keinem der grossen und tiefen Alpenrandseen durchgeführt.



Aufgrund dieser Tatsachen, aber auch wegen den ökologischen, ökonomischen, touristischen und sozialen Werten, sollten Fische eine der Prioritäten in einer nationalen Biodiversitätsstrategie sein. Um dies zu erreichen führt die Eawag mit der Unterstützung verschiedener Partner aus Wissenschaft, Bund, Kantonen und dem Naturhistorischen Museum der Burgergemeinde von Bern zum ersten Mal überhaupt eine standardisierte Inventur der Fischfauna der alpinen und voralpinen Seen durch. Insgesamt sollen von 2010 bis 2014 ca. 24 Seen erforscht werden.

2.2 Zielsetzungen

Allgemeine Zielsetzung

Die allgemeinen Zielsetzungen des Projekts können wie folgt zusammengefasst werden:

- Erhebung des aktuellen Zustandes der Fischbiodiversität in den Alpenrandseen: Zu diesem Zweck werden reproduzierbare und standardisierte Fischfangmethoden angewendet, die einen Vergleich zwischen verschiedenen Seen und eine wissenschaftliche Auswertung der Daten ermöglichen. Um die Biodiversität effizient und reproduzierbar zu ermitteln, werden für gewisse Fischarten morphometrische und genetische Methoden zusätzlich zu der auf äusseren Merkmalen basierenden Taxonomie verwendet.
- Die Zusammenhänge zwischen Umwelt (biotische und abiotische Faktoren) und Artenvielfalt werden ausgearbeitet.
- Um die Proben für die Wissenschaft und für die Zukunft als Referenz sicherzustellen, werden mindestens 30 Individuen pro Art und See sowie verschiedene Proben für genetische und chemische Analysen im Naturhistorischen Museum der Burgergemeinde von Bern gesammelt.

Um die Artenvielfalt innerhalb wenig untersuchter Fischtaxa zu erfassen und um die ökologischen und evolutionären Mechanismen, die der heutigen Artenvielfalt der tiefen Alpenrandseen zu Grunde liegen, zu verstehen, werden zusätzliche wissenschaftliche Arbeiten durchgeführt. Diese bauen auf den erhobenen Daten auf, können allerdings nicht abschliessend im Rahmen des vorliegenden seespezifischen Berichtes behandelt werden. Wo immer möglich fliessen die Resultate allerdings in den Bericht ein.

Spezifische Zielsetzung

Der vorliegende Bericht behandelt spezifisch die Resultate der Abfischungen, die im Zugersee vom 19. bis zum 23. August 2013 durchgeführt wurden. Ein Fokus der Auswertungen wird auf die Artenzusammensetzung und die Habitatnutzung der Fische gelegt.



3 Methoden

3.1 Chemische und physikalische Messreihen

Für die meisten grossen alpinen Seen werden durch die kantonalen Behörden Monitorings von chemischen und physikalischen Parametern durchgeführt. Diese wertvollen Daten werden für die Interpretation der Resultate mit einbezogen.

3.2 Habitatkartierung

Verteilung der Fische im See ist nicht zufällig In einem ersten Schritt der Datenerhebung wurden die fischrelevanten und unter Wasser liegenden Habitate kartiert. Das zu Grunde liegende Prinzip setzt voraus, dass Fische nicht zufällig in den verschiedenen Habitat-Typen gefangen werden, sondern sich in bestimmten litoralen Habitaten oder Tiefen häufiger aufhalten (Degiorgi & Grandmottet 1993). Es wird dabei zwischen drei grossen Einheiten innerhalb eines Sees unterschieden:

- Die litorale Zone, die im Durchschnitt bis in eine Tiefe von 3m reicht.
- Die sublitorale Zone, zu der ebenfalls die benthische Zone gerechnet wird. Sie entspricht "der Halde" innerhalb eines Sees.
- Die zentrale Zone, die sich aus pelagialen und profundalen Zonen zusammensetzt.

Die sublitoralen und zentralen Zonen werden anhand der Bathymetrie eines Sees bestimmt. Die litorale Zone wird von einem Boot aus vor Ort mit Hilfe von Luftaufnahmen in ArcGIS kartiert. Das Ufer wird sobald es durch Blockwürfe, Mauern usw. gesichert ist oder eine hohe Bootsdichte (offene Bootsanlegestellen im See) aufweist als künstlich bezeichnet.

3.3 Probenahme der Fische

Verschiedene sich ergänzende Methoden

Vier Protokolle werden in jedem See simultan durchgeführt (Abbildung 3-1):

- a) Die Echolotuntersuchungen wurden vom INRA Thonon durchgeführt. Zwei Personen haben dabei Tag- und Nacht-Messungen in Transekten durchgeführt. Folgendes Material wurde für die Messungen verwendet:
 - Echolot SIMAD EK 60 vom Typ split-beam, Frequenz: 70kHz.
 - Ein zirkularer Signalwandler von 11° bei -3 dB, der 70cm unterhalb der Wasseroberfläche platziert ist.
 - Notebook und GPS f
 ür die Aufnahme und Verarbeitung der Daten.

Die Rohdaten wurden mit der Software Sonar 5 (Balk & Lindem 2006) analysiert. Um die mittlere Biomasse zu schätzen und Vergleiche zwischen



den Seen zu ermöglichen werden die Resultate in "Sa" wiedergegeben (Maclennan et al. 2002). "Sa" entspricht dabei einer elementaren Einheit, die auf dem Mittelwert der Echolotsignale auf einer Strecke von 250m beruht. Diese Resultate sind proportional zur gemessenen Biomasse. Der See wird bei den Auswertungen in zwei Kompartimente geteilt, das erste beinhaltet die Tiefen von 1.5-15m und das zweite jene von 15m bis zur maximalen Tiefe. Die litorale Zone mit weniger als 5m Tiefe und die obersten 1.5m des Pelagials können mit dieser Methode nicht erfasst werden.

- b) Fische werden mit zwei verschiedenen Kiemennetzmethoden gefangen.
 - Die erste entspricht der in der EU angewandten Methode der Wasserrahmenrichtlinie (prEN 14757; im Dokument als CEN-Methode angesprochen), die eine zufällige Verteilung der Netze vorsieht (Appelberg 2000).
 - Die zweite Methode (im Dokument als Vertikal-Methode angesprochen) wurde an der Universität Besançon ausgearbeitet und durch die EAWAG weiter entwickelt. Dabei werden im Pelagial mit vertikalen Netzen und am Ufer mit benthischen Netzen Habitate gezielt befischt (Degiorgi et al. 1994). Die benutzte Netzfläche wird für die Standardisierung der Daten herangezogen.
- c) Verschiedene Uferhabitate mit geringen Wassertiefen (<1m) werden elektrisch befischt. Dabei wird immer ein Durchgang entweder zu Fuss oder mit dem Boot durchgeführt. Die befischte Fläche wird für die Standardisierung der Daten herangezogen.

Fische für das Museum Die gefangenen Fischarten werden anschliessend identifiziert, vermessen, gewogen, fotografiert und für die Gewebeprobenahme sowie die Konservierung im Naturhistorischen Museum der Burgergemeinde von Bern vorbereitet.

3.4 Fischfangstatistiken

Die Resultate der "Projet Lac"-Fänge werden mit den Fängen der Angel- und Berufsfischer verglichen. Die Fangstatistiken werden deshalb für bestimmte Auswertungen mit einbezogen.



Beispiel der Probenahmestrategie

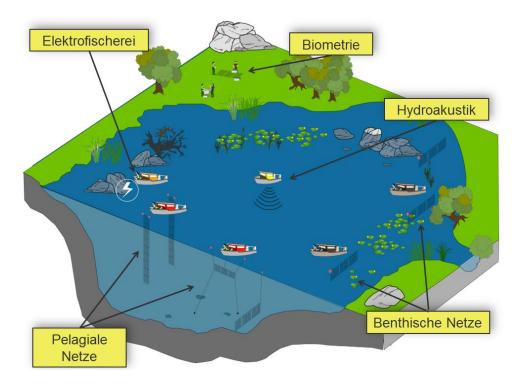


Abbildung 3-1. Illustration der verschiedenen Protokolle der Fischprobenahme (Zeichnung © M. Gogouilly).



4 Resultate

4.1 Physikalische und Chemische Daten

Verschiedene physikalische und chemische Messreihen werden vom Amt für Umweltschutz, Kanton Zug, durchgeführt. Für die ökologische Bewertung der voralpinen Seen sind unter anderem die Temperatur, die Nährstoffbelastung und der Sauerstoffgehalt von Bedeutung.

Ein oberflächenwarmer See Die Temperaturprofile aus dem Jahr 2012 zeigen, dass Temperaturschwankungen bis zu einer Tiefe von ca. 50m vorkommen (Abbildung 4-1). Die Oberflächentemperatur überschreitet dabei im Sommer die 20 C-Marke während ca. vier Monaten. Die von 2008-2013 höchste gemessene Temperatur betrug 27.5°C (Abbildung 4-2). Insgesamt ist der Zugersee somit ein oberflächenwarmer Voralpensee. Interessanterweise erreichten die gemessenen Temperaturen in den vier Jahren 1906-1909 nie mehr als 22°C (Abbildung 4-3). Die Oberflächentemperatur des Sees scheint sich demzufolge im letzten Jahrhundert um ca. 3-5°C erwärmt zu haben.

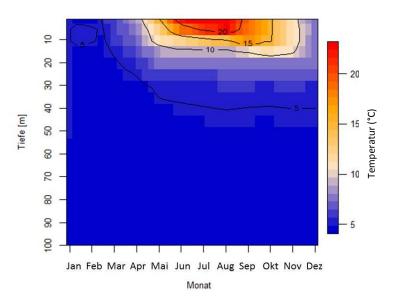


Abbildung 4-1. Temperaturprofile vom Zugersee von 2012. Daten: Amt für Umweltschutz, Kanton Zug.



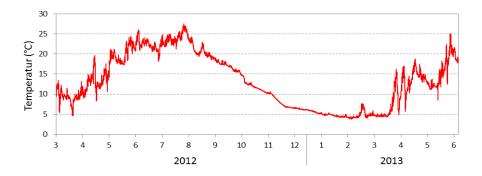


Abbildung 4-2. Entwicklung der Wasser-Oberflächentemperatur im Zugersee vom 29. März 2012 bis zum 27. Juni 2013.

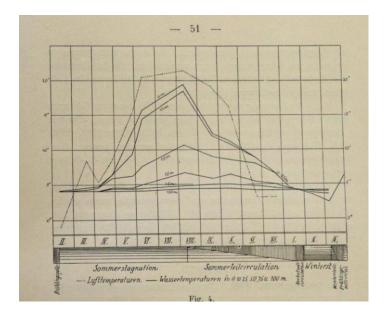


Abbildung 4-3. Temperaturmessungen vom Zugersee von 1908/09 (Brutschy 1912).

Sauerstofffreies Tiefenwasser Die Sauerstoffmessungen zeigen, dass unterhalb von ca. 100-140m ganzjährig kaum Sauerstoff im Wasser gelöst ist. Die im Winter auftretende Durchmischung reicht im Zugersee somit nicht aus, um sauerstoffreiches Wasser in die Tiefe zu transportieren (Liechti 1994).



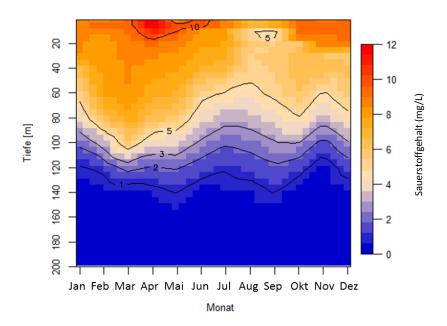


Abbildung 4-4. Sauerstoffprofile vom Zugersee von 2010. Daten: Amt für Umweltschutz, Kanton Zug.

Ein eutropher See

Nach den extremen Höchstständen Anfang der 80er Jahren hat der mittlere Phosphorgehalt in den letzten Jahren abgenommen. Heute liegt dieser jedoch immer noch im eutrophen Bereich. Eine Annäherung an die natürlichen Nährstoffverhältnisse, die auf 10-20 ug/l geschätzt wurden, ist in den nächsten Jahrzehnten nicht zu erwarten (AquaPlus 2004).

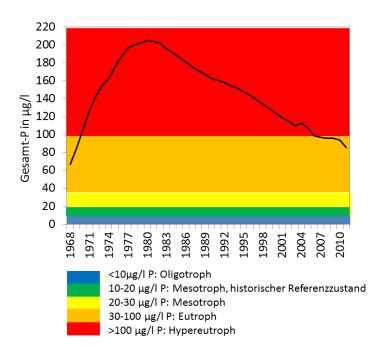


Abbildung 4-5. Entwicklung des Gesamtphosphorgehaltes des Wassers im Zugersee von 1967 bis 2011. Daten: Bundesamt für Umwelt (BAFU).



4.2 Habitatkartierung

Vielfältige Uferhabitate für Fische Die Habitatkartierung (Abbildung 4-6) des Zugersees zeigt, dass strukturierte litorale Habitate (Zuflüsse, Blöcke und Kiesel), die den Fischen gute Habitate bieten, nicht dominant vertreten sind (Abbildung 4-7). Die Habitate Schilf und Feinsedimente sind klar häufiger vertreten. Auf den ganzen See bezogen ist der Zugersee durch abwechselnde Steil- und Flachuferbereiche charakterisiert und somit eher vielfältig.

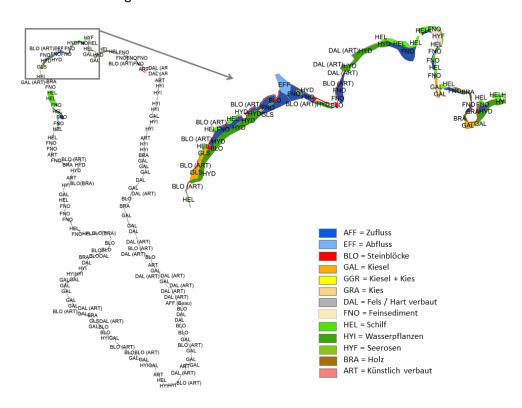


Abbildung 4-6. Ausschnitt der Kartierung der litoralen Habitate des Zugersees.

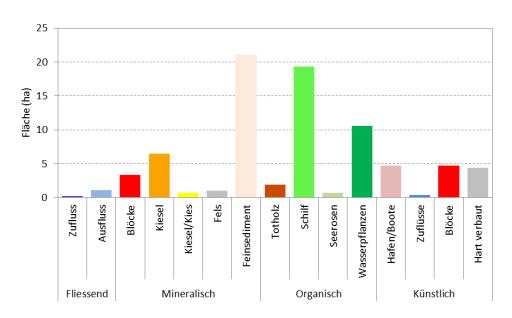


Abbildung 4-7. Fläche der verschiedenen litoralen Habitate im Zugersee.



Stark verbaute Ufer Ca. 68% des Seeufers ist durch Verbauungen anthropogen beeinflusst (Abbildung 4-8). Die Verbauungen bestehen dabei flächenmässig zu ca. 30% aus Hafenanlagen und Stegen für Boote, zu 40% aus Blockwürfen, und zu 30% aus hart verbauten Seeufern sowie beeinträchtigten Zuflüssen. Ein Grossteil des Zugerseeufers ist somit anthropogen beeinflusst und der Anteil an hart verbautem Ufer ist dabei hoch. Auch wenn die Daten nicht den gleichen Detailgrad enthalten wie die ausführlichen Aufnahmen des Kantons (Teiber-Siessegger 2013) ist festzustellen, dass der Anteil an verbauten Ufer bei beiden Methoden identisch ist (69%), was zeigt, dass die Ufer- und Fischhabitate zuverlässig erfasst wurden. Für weitere und detaillierte Auswertungen des Seeufers wird auf die ausführliche Studie verwiesen (Teiber-Siessegger 2013).

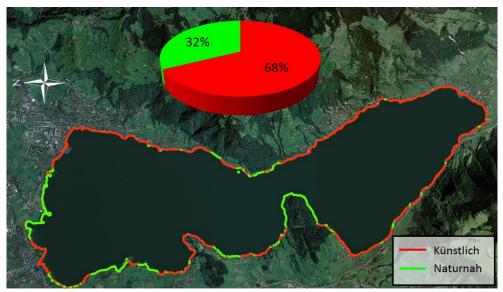


Abbildung 4-8. Kartierung der anthropogen beeinflussten und weitgehend naturnahen Uferzonen im Zugersee (Luftaufnahmen © Swisstopo).

Im Vergleich mit einer historischen Karte von 1912 (Abbildung 4-9) kann festgestellt werden, dass insbesondere die bereits damals existierenden Schilfgürtel und Felsufer im Zugersee heute noch erhalten sind. Im Jahr 1912 bestand ein Grossteil des Ufers aus Kies und Kiesel. Dies sind Habitate die gerade auch für die Fortpflanzung der Felchen und als Versteck für kleine Fische dienen, die jedoch inzwischen stark verbaut worden.



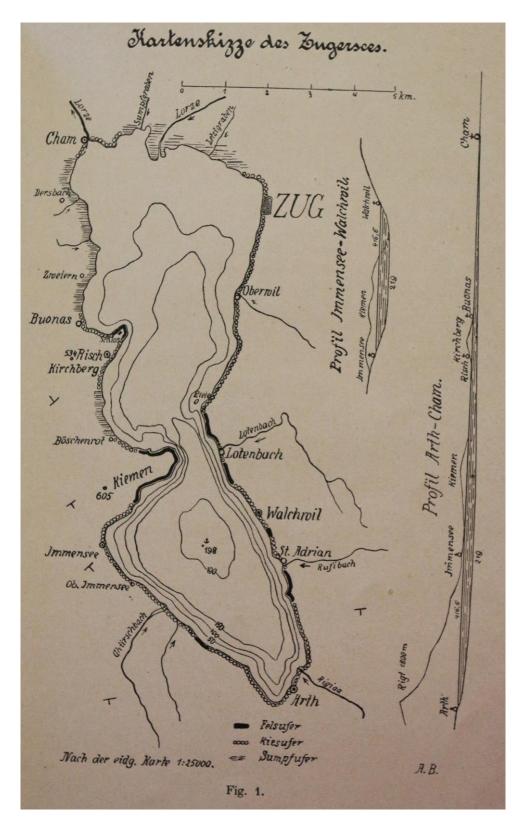


Abbildung 4-9. Uferhabitate zur Jahrhundertwende (Brutschy 1912).



4.3 Standardisierte Abfischung

4.3.1 Standorte der Probenahmen

188 Befischungsaktionen Über fünf Tage (19-23 August 2013) wurden im Zugersee insgesamt 71 benthische CEN-, 12 pelagische CEN-, 50 uferhabitatspezifische Vertikal-, und 15 pelagische Vertikal-Netze über Nacht gesetzt. Zusätzlich wurden 40 Uferstrecken elektrisch befischt und kleine Aalreusen eingesetzt, in denen jedoch keine Aale gefangen wurden. Insgesamt sind somit 188 Befischungsaktionen durchgeführt worden (Abbildung 4-10). Mehrere Reusen wurden entwendet.

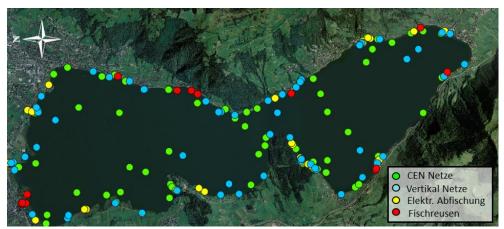


Abbildung 4-10. Karte der Befischungsstandorte im Zugersee (Luftaufnahmen © Swisstopo).

4.3.2 Fischbestand und Artenvielfalt

Egli dominieren Fischfauna Insgesamt wurden im Zugersee 18 Fischarten und 9343 Fische gefangen (Abbildung 4-11, Tabelle 4-1). Anzahlmässig waren die Flussbarsche in den Fängen klar am häufigsten vertreten. Auch Kaulbarsche und Rotaugen waren sehr häufig. Die für die Fischerei wichtigen Felchen und Seesaiblinge sind in den Fängen nicht dominant vertreten. Interessant ist auch die Beobachtung, dass gewisse Arten mit der CEN Methode deutlich häufiger gefangen wurden (z.Bsp der Kaulbarsch und die Felchen, was in anderen bereits im Rahmen des "Projet Lac" untersuchten Seen genau umgekehrt war) während andere Fischarten mit den Vertikalnetzmethode häufiger gefangen werden (Bsp. Gründling, Schleie). Die Gründe dafür liegen im methodischen Ansatz. Bei der CEN Methode werden die Netze geografisch zufällig im See verteilt, also ohne die Habitate zu beachten. Zusätzlich ist der Anteil an benthischen Netzen sehr hoch. Bei der Vertikalnetzmethode werden die verschiedenen littoralen Habitate gezielt befischt, wobei Fischarten häufiger gefangen werden, die gewisse seltene Habitate bevorzugen.

Die Biomasse wird ebenfalls vom Flussbarsch dominiert. Cypriniden (Alet, Schleie, Rotaugen, Karpfen) tragen ebenfalls einen Grossteil zur Biomasse bei. Der See beherbergt somit zwar noch eine gewisse Anzahl Salmoniden, die Fischfauna wird aber klar durch die Perciden und Cypriniden dominiert. Der CPUE für die



gefangene Anzahl Individuen und der BPUE für die Biomasse ist im Anhang aufgeführt (Tabelle 9-1).

Tabelle 4-1. Zusammenstellung der Anzahl der gefangenen Individuen für die verschiedenen Fangmethoden.

Fischart			Anzahl Individuen			Biomasse [kg]			
Deutsch Lateinisch		CEN	Elektrisch	Vertikal	Total	CEN	Elektrisch	Vertikal	Total
Flussbarsch	Perca fluviatilis	4458	24	2119	6601	38.34	0.48	33.12	71.93
Kaulbarsch	Gymnocephalus cernuus	1097	23	152	1272	8.48	0.19	1.80	10.47
Rotauge	Rutilus rutilus	565	43	148	756	7.72	0.05	8.56	16.32
Laube	Alburnus alburnus	69	8	127	204	1.49	0.20	3.77	5.46
Hasel	Leuciscus leuciscus	39	68	55	162	1.95	1.95	2.55	6.44
Sonnenbarsch	Lepomis gibbosus	29	12	39	80	1.13	0.41	1.07	2.61
Kamberkrebs	Orconectes limosus	35	4	37	76	0.45	0.04	0.40	0.89
Alet	Squalius cephalus	5	23	36	64	3.87	2.29	39.95	46.11
Rotfeder	Scardinius erythrophthalmus	9	-	21	30	0.52	-	6.14	6.65
Trüsche	Lota lota	5	22	2	29	0.60	0.70	0.09	1.39
Schleie	Tinca tinca	4	1	23	28	2.85	0.13	24.50	27.48
Gründling	Gobio gobio	1	4	22	27	0.01	0.06	0.23	0.30
Karpfen	Cyprinus carpio	8	-	18	26	0.39	-	7.63	8.02
Coregoniden	Coregonus sp	20	-	3	23	0.77	-	0.92	1.69
Forelle	Salmo trutta	2	18	2	22	1.08	0.17	0.15	1.40
Brachse	Abramis brama	3	3	1	7	0.06	0.00	0.02	0.07
Hecht	Esox lucius	3	-	2	5	0.74	-	1.72	2.46
Bartgrundel	Barbatula barbatula	-	4	-	4	-	0.01	-	0.01
Seesaibling	Salvelinus umbla	2	-	1	3	0.29	-	0.12	0.41
Total		6354	257	2808	9419	70.72	6.66	132.72	210.10
Anzahl Arten		18	14	18	19	18	14	18	19

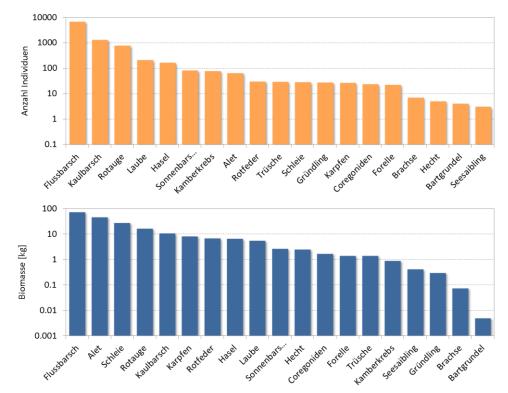


Abbildung 4-11. Grafische Darstellung der im Rahmen vom "Projet Lac" gefangenen Fische im Zugersee in logarithmischer Skala.

Fische sind nicht zufällig im Raum eines Sees verteilt, wie die Fänge der Vertikalnetzmethode zeigen. Anhand der "Projet Lac"-Daten kann die Häufigkeit und die Biomasse der einzelnen Fischarten für die Verfügbarkeit der verschiedenen Habitate (in diesem Fall das vorhandene Volumen der einzelnen Habitate im See) korrigiert werden. Da im Zugersee das Pelagial sehr ausgeprägt



ist, werden die Fischfänge aus dem Pelagial höher gewichtet. Daraus resultiert ein höherer Anteil an der Häufigkeit und der Biomasse von den pelagischen Arten wie die Felchen, die Seesaiblinge oder die Lauben. (Abbildung 4-12). Trotzdem bleibt der Flussbarsch vor dem Rotauge und der Laube klar die dominante Fischart im See.

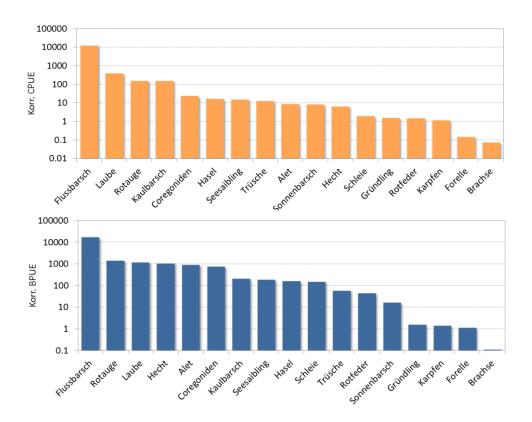


Abbildung 4-12. Die Anzahl (oben) und die Biomasse (unten) der im Zugersee mit den Vertikalnetzen gefangenen Fische korrigiert für die Netzfläche und die Habitatverfügbarkeit (Volumen). Die Y-Achse ist in logarithmischer Skala dargestellt, um die Differenzen ersichtlich darzustellen.

4.3.3 Museumssammlung

283 Individuen und 17 Arten im Museum Von den gefangenen Fischen wurden 284 in die Museumssammlung vom Naturhistorischen Museum der Burgergemeinde von Bern aufgenommen (Tabelle 4-2). Geplant waren mindesten 30 pro Art, allerdings wurde diese Anzahl bei fast keiner der Arten erreicht, weil entweder die Fische für die Museumssammlung zu stark beschädigt waren oder diese bei den Elektroabfischungen wieder freigelassen wurden.



Tabelle 4-2. Liste der bisher im Naturhistorischen Museum von Bern aufbewahrten Fische und Proben vom Zugersee (Arbeiten noch nicht abgeschlossen).

Museumssammlu	Anzahl Individuen							
Fischart	Fischart							
Laube	Alburnus alburnus	24						
Bartgrundel	Barbatula barbatula	4						
Coregoniden	Coregonus sp	11						
Karpfen	Cyprinus carpio	15						
Hecht	Esox lucius	5						
Gründling	Gobio gobio	13						
Kaulbarsch	Gymnocephalus cernuus	30						
Sonnenbarsch	Lepomis gibbosus	21						
Hasel	Leuciscus leuciscus	23						
Trüsche	Lota lota	12						
Flussbarsch	Perca fluviatilis	30						
Rotauge	Rutilus rutilus	30						
Forelle	Salmo trutta	14						
Seesaibling	Salvelinus umbla	3						
Rotfeder	Scardinius erythrophthalmu	7						
Alet	Squalius cephalus	27						
Schleie	Tinca tinca	14						
Total		283						

4.3.4 Historische Artenvielfalt

Albeli ist im Zugersee ausgestorben

In den letzten hundert Jahren wurden im Zugersee 28 Fischarten beschrieben (Tabelle 4-3). Darunter sind 23 einheimische Arten und fünf Neozoen. Die Fischereistatistik erfasste 2012 insgesamt 11 Fischarten. Im Rahmen des "Projet Lac" wurden 2013 insgesamt "nur" 18 Fischarten gefangen. Dabei konnte keine bisher unbekannte Art festgestellt werden. Auch die im westlichen Schweizer Mittelland weit verbreitete südliche Schwarzfederfeder (Scardnius hesperidicus) wurde im Zugersee nicht festgestellt. Der Aal und die Blicke sind im See sicherlich vorhanden, wie es Beobachtungen und Fänge der Fischer in den letzten Jahren belegen, sie wurden jedoch aufgrund einer eher geringen Dichte durch das "Projet Lac"-Protokoll nicht erfasst. Andere Arten wie der Schneider, die Groppe, die Barbe und der Stichling wurden ebenfalls nicht gefangen, könnten aber bei Zuflüssen im See noch ab und zu anzutreffen sein. Mit grosser Wahrscheinlichkeit ausgestorben sind die Nase und das Zuger Albeli. Das Albeli laichte früher in grossen Tiefen, konnte aber schon um die Jahrhundertwende nicht mehr beobachtet werden. Die Fischer nahmen an, dass die Verschmutzung und der damit einhergehende Verlust des Hypolimnions als Laichhabitat die Ursache Interessanterweise wurden damals schon morphologische Zwischenformen von Albeli und Balchen beobachtet, welche die Annahme nahe legen, dass das Albeli zumindest teilweise auch durch Hybridisierung mit den Balchen verloren ging (Vonlanthen et al. 2012).

Es gibt im Fischereimuseum von Zug eine Reihe historischer Dokumente, die sich mit den Fischen des Zugersees befassen. Einen guten Überblick über die Fischarten des Kantons Zug gab nur eine Arbeit von Stadler aus dem Jahre 1896 (Stadler 1896), wobei angemerkt werden muss, dass von den Handschriften nicht immer entziffert werden konnte, ob die einzelnen Fischarten auch wirklich im Zugersee vorkommen. Die meisten Dokumente befassen sich mit der Fischzucht und den Fängen der Fischer. Im Gespräch mit Herrn Huber vom Fischereimuseum



Zug stellte sich heraus, dass die beiden Felchenarten für die Fischerei historisch den Brotfisch darstellten (Hauptanteil am Fang) und der Rötel (Seesaibling) "der Edelfisch" per Excellence war, der sogar als Währung für Geschäfte eingesetzt wurde. Es kann deshalb davon ausgegangen werden, dass auch der Zugersee früher ein typischer Felchensee war, in dem im Pelagial die Felchen die Fischartenzusammensetzung dominiert haben.

Tabelle 4-3. Artenfundliste im Zugersee. Die Fänge des "Projet Lac" sind rot umrandet.

F11:-	Code	A t		1896	1991	2003	2000	2010	2012	2013
Familie	Code	Art		Stadler	Pedroli et al	BAFU	Kt Zug	Kt Zug	Fischerei	ProjetLac
Percidae	SAN	Stizostedion lucioperca	Zander					1		
	PER	Perca fluviatilis	Flussbarsch	1	1	1	1	1	1	1
	GRE	Gymnocephalus cernuus	Kaulbarsch			1	1	1		1
Centrachida	€ PES	Lepomis gibbosus	Sonnenbarsch			1	1	1		1
Cyprinidae	GAR	Rutilus rutilus	Rotauge	1	1	1	1	1	1	1
	ROT	Scardinius erythrophthalmus	Rotfeder	1	1	1	1	1		1
	ссо	Cyprinus carpio	Karpfen	1	1	1	1	1	1	1
	BRE	Abramis brama	Brachse	1	1	1	1	1	1	1
	BRB	Blicca bjoerkna	Blicke	1	1	1	1	1		
	ABL	Alburnus alburnus	Laube	1	1	1	1	1		1
	GOU	Gobio gobio	Gründling	1	1	1	1	1		1
	BAF	Barbus barbus	Barbe	1	1	1	1	1		
	CHE	Squalius cephalus	Alet	1	1	1	1	1		1
	VAN	Leuciscus leuciscus	Hasel	1	1	1	1	1		1
	нот	Chondrostoma nasus	Nase	1		1				
	TAN	Tinca tinca	Schleie	1	1	1	1	1	1	1
	SPI	Alburnoides bipunctatus	Schneider			1	1	1		
Salmonidae	TRL	Salmo trutta	Forelle	1	1	1	1	1	1	1
	OBL	Salvelinus umbla	Seesaibling	1	1	1	1	1	1	1
	TAC	Oncorhynchus mykiss	Regenbogenforelle		1	1				
	COR	Coregonus suidteri	Zugerbalchen	1	1	1	1	1	1	1
	COR	Coregonus zugensis	Zugeralbeli	1						
Esocidae	BRO	Esox lucius	Hecht	1	1	1	1	1	1	1
Gadidae	LOT	Lota lota	Trüsche	1	1	1	1	1	1	1
Nemacheilic	di LOF	Barbatula barbatula	Bartgrundel		1	1	1	1		1
Cottidae	CHA	Cottus gobio	Groppe	1		1	1	1		
		Gasterosteus aculeatus	Stichling		1	1	1	1		
Anguillidae	ANG	Anguilla anguilla	Aal	1	1	1	1	1	1	
Anzahl e	inhein	nische Arten	23	21	19	22	21	21	11	16
Anzahl e	ingefü	hrte Arten	5	0	2	4	3	4	0	2
Total An	zahl A	rten	28	21	21	26	24	25	11	18

4.3.5 CEN Netze und Konfidenzintervalle

Schätzung der Konfidenzintervalle

Die Streuung der Anzahl Fische, die pro Netz in den verschiedenen Tiefen (Replikate) gefangen wurden, ist für zukünftige Vergleiche mit dem heutigen Zustand der Fischfauna wichtig. Um die Streuung zu bestimmen, wurden mit 10'000 Permutationen theoretische Fänge berechnet (pelagische und benthische CEN Netze separat). Die Resultate wurden anschliessend benutzt, um die 5% und 95%-Konfidenzintervalle für jede Art zu schätzen.



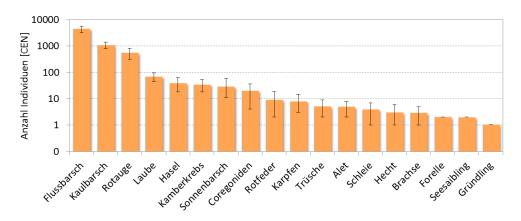


Abbildung 4-13. Anzahl Fische, die pro Art in den CEN-Netzen gefangen wurden. Angegeben sind ebenfalls die 5% und 95%-Konfidenzintervalle, die anhand einer Permutation mit 10'000 Stichproben geschätzt wurden.

Die Resultate (Abbildung 4-13, Tabelle 9-2) zeigen, dass eine Zunahme oder eine Abnahme der Fänge einer Art um mehr als ca. 50% als signifikant betrachtet werden kann. Insgesamt entspricht dies den Erwartung der CEN prEN 14757 Norm. Zukünftige representative Abfischungen können somit statistisch mit denen von 2013 verglichen werden.

4.3.6 Habitatnutzung

4.3.6.1 Pelagial – Benthisch

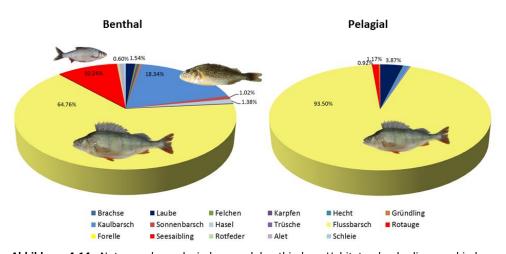


Abbildung 4-14. Nutzung der pelagischen und benthischen Habitate durch die verschiedenen Fischarten (CEN Netze).

Hohe Dichte an Kaulbarschen in benthischen Netzen Gewisse Fischarten bevorzugen die pelagischen, andere eher die benthischen Habitate in einem See. Im Fall des Zugersees war - wie in allen bisher untersuchten Seen - die grösste Artenvielfalt in den benthischen Netzen zu finden (Abbildung 4-14). Im Zugersee waren dabei insbesondere die Flussbarsche, Kaulbarsche und Rotaugen dominant. kleine Fischarten wie die Groppe oder die Schmerle haben ganz gefehlt oder waren selten. Besonders auffällig ist auch die sehr hohe Dichte an Kaulbarschen. Im Pelagial sind ebenfalls die Flussbarsche klar dominant. Häufig vertreten waren auch die Lauben. In überraschend kleinen



Dichten waren die Felchen und die Seesaiblinge vertreten, die das Pelagial in typischen Felchenseen normalerweise dominieren. Die Häufigkeiten aller Fischarten im Zugersee ist typisch für einen stark eutrophen See (vergleichbar mit dem Lago Lugano).

4.3.6.2 Tiefe

Nur wenige Fische in der Tiefe

Wie in den meisten Seen wurde auch im Zugersee während der Schichtung die höchste Fischdichte im Epilimnion beobachtet (Abbildung 4-15). Interessant ist, dass die Tiefenverteilung der Barsche bi-modal ist und bei ca. 20m einen weiteren Peak aufweist. Die Felchen sind in unseren Fängen nur zwischen 10 und 20m gefangen worden, was dem Metalimnion entspricht. In anderen Felchenseen, die bisher von "Projet Lac" untersucht wurden (Walensee, Brienzersee, Thunersee, Neuenburgersee, Genfersee), reicht die Verteilung der Felchen in sehr viel grössere Tiefen. Interessanterweise wurden im Zugersee auch mehr Felchen in den benthischen Netzen gefangen als im pelagial, was ebenfalls unüblich ist. Unterhalb von 30m wurden im Zugersee kaum mehr Fische gefangen. Die wenigen tief gefangenen Fische waren entweder Flussbarsche, Kaulbarsche oder Trüschen). Unterhalb von 81m wurden keine Fische mehr gefangen, was auf den Sauerstoffmangel in dieser Tiefe zurückzuführen ist (Abbildung 4-4).

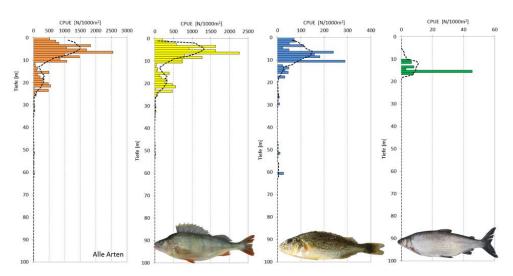


Abbildung 4-15. Die Anzahl der gefangenen Fische korrigiert für die Netzfläche (CPUE) dargestellt für die Tiefe. Die schwarz gestrichelte Linie entspricht einem wandernden Mittelwert von jeweils 7m Tiefe.

4.3.6.3 Uferhabitate

Habitate sind nicht alle gleich attraktiv

Die Befischung der Uferhabitate zeigt, dass die Anzahl Fische und die verschiedenen Fischarten nicht zufällig in den Habitaten verteilt sind. Insbesondere die strukturierten mineralischen Substrate Kies, Kiesel und Blöcke aber auch Vegetation sowie Zuflüsse scheinen eine höhere Fischdichte aufzuweisen. Substrate wie Sand, Feinsediment, Seerosen, Schilf oder kolmatierte



Kiesel waren für die Fische weniger attraktiv. Gerade Feinsedimente und kolmatierte Kiesel sind im Zugersee häufig vorhanden.

Die Elektrofischereifänge und die Netzfänge komplementieren sich gut, da mit den Netzen Arten gefangen werden, die sich aktiv bewegen. Bei der Elektrofischerei hingegen fliehen die im offenen Wasser stehenden Fische. Somit werden insbesondere die Arten gefangen, die in strukturierten Uferbereichen Schutz suchen. Im Zugersee waren kleine Uferfischarten, die üblicherweise in Seen vorkommen, wie z.B. Schmerle, Groppe, Elritze, Stichling und Gründling, selten oder nicht vertreten.

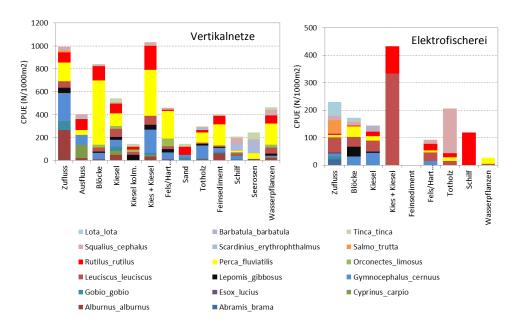


Abbildung 4-16. Anzahl für den Aufwand korrigierte Fische, die bei den verschiedenen Habitaten gefangen wurden.

4.3.7 Geografische Verteilung der Fänge

Geografische Strukturen erkennbar Bei der geografischen Verteilung fällt zuerst auf, dass die Kaulbarsche tendenziell im nördlichen Seebecken häufiger gefangen wurden (Abbildung 4-17). Interessanterweise wurden die meisten Felchen in Bodennetzen im nordwestlichen Teil des Sees gefangen, und nicht wie üblich im Pelagial des Sees. Die Flussbarsche waren genau in dieser Region des Sees weniger häufig in den Fängen vertreten. Die Rotaugen ihrerseits waren im ganzen See relativ homogen verteilt. Somit sind auch im Zugersee einige geografische Muster erkennbar, wie in anderen Voralpenseen.

4.3.8 Echolotaufnahmen

Die Echolotaufnahmen bestätigen den ersten Eindruck der Netzfänge (Abbildung 4-18). In Ufernähe wurden deutlich mehr Signale erfasst als im Pelagial. Dies weist darauf hin, dass im Pelagial ein klares Abundanzdefizit vorliegt. Dies kann auch in anderen eutrophen und in der Tiefe anoxischer Seen wie dem Lago Lugano



beobachtet werden. Das gehäufte Auftreten von Fischen im nordöstliche Ufer des Sees, das auch in den Netzfängen beobachtet wurde, wird ebenfalls bestätigt.

Ein Grossteil der erfassten Signale in der oberen Schicht (>97%) sind Fische mit einer Grösse <14cm. Interessanterweise sind die Fische in der unteren Schicht im Schnitt deutlich grösser (47% sind grösser als 14cm). Die geschätzte Biomasse für den See beträgt 26kg/ha für die obere Schicht (0-15m) und 12kg/ha für die tiefe Schicht (15m-Seegrund). Diese Schätzung erscheint auf den ersten Blick im Vergleich zu den Fängen der Fischer (10-15kg/ha) als gering. Zu beachten ist jedoch, dass das Echolot die Fische von 0-5m und die Fische die nah am Seegrund liegen nicht erfassen kann. Somit ist die Biomassenschätzung gerade in Seen mit einer geringen Fischdichte im Pelagial wie im Zugersee eher weniger zuverlässig.



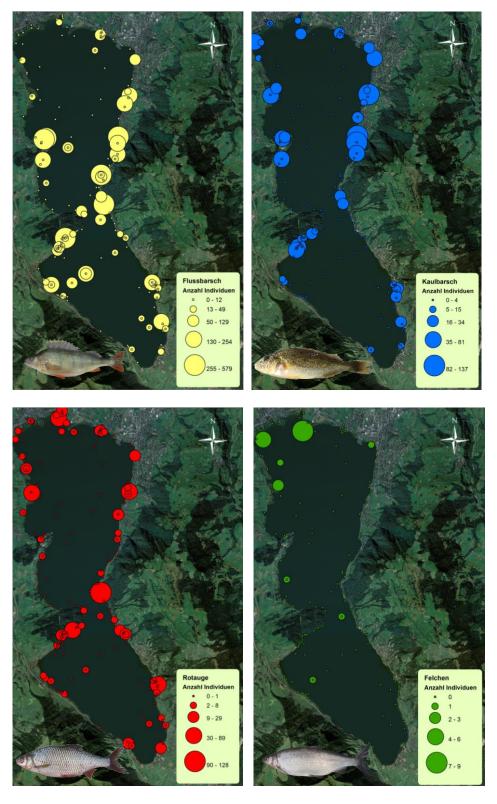


Abbildung 4-17. Geografische Verteilung der Flussbarsch-, Kaulbarsch-, Rotaugen- und Felchenfänge im Zugersee (alle Protokolle).



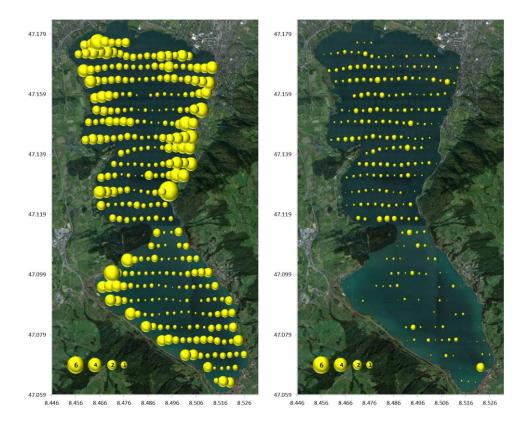


Abbildung 4-18. Echolotsequenzen der oberen (links: 5-15m) und der unteren Seeschicht (rechts: 15m-Seegrund) des Zugersees durchgeführt bei Nacht.

4.4 Fischereiliche Aspekte

4.4.1 Fischfangstatistik

Bei der Entwicklung der Berufsfischerfänge ist in den letzten Jahren eine Abnahme der Fänge festzustellen (Abbildung 4-19). Insbesondere die Felchenfänge sind massiv zurückgegangen (Abbildung 4-20). Erfreulich ist die positive Entwicklung der Seeforellenfänge (Abbildung 4-21). Andere Fischarten werden zwar auch gefangen, stellen aber keinen nennenswerten Anteil am Gesamtfang dar. Die Berufsfischerfänge, die gewisse kommerziell verwertbare Arten anvisieren, geben demzufolge nur einen beschränkten Einblick in die Häufigkeit der 28 Fischarten des Zugersees.

Im Vergleich mit anderen eutrophen Seen ist der hohe Anteil an Salmoniden in den Fängen der Berufsfischer des Zugersees überraschend, insbesondere in den Jahren mit hohen Felchenfängen (Abbildung 4-22). Auffallend ist ebenfalls, dass sich die relative Häufigkeit der verschiedenen Fischarten in den Fängen der Berufsfischer stark von den standardisierten Fängen des "Projet Lac" unterscheidet (Abbildung 4-23). Bei den Fängen der Berufsfischer sind mit der Ausnahme der Rotaugen klar die für die Fischerei attraktiven Fischarten wie Felchen, Flussbarsche, Hecht und Seesaibling am häufigsten vertreten. Bei den



standardisierten Fängen des "Projet Lac" sind indes die Flussbarsche im See klar am häufigsten. Felchen und Seesaiblinge sind verhältnismässig selten. Diese Resultate zeigen somit, dass standardisierte und nicht gezielte Abfischungen notwendig sind, um eine objektive Einschätzung der Fischartenzusammensetzung eines Sees zu erhalten.

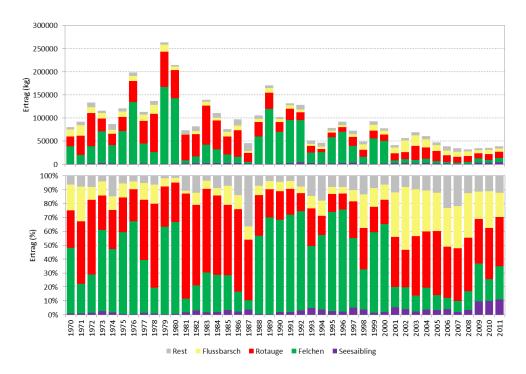


Abbildung 4-19. Entwicklung der Berufsfischerfänge im Zugersee von 1970-2011 (Daten: BAFU und Amt für Wald und Wild des Kanons Zug).

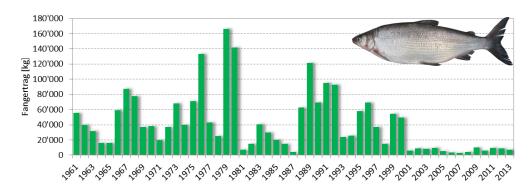


Abbildung 4-20. Entwicklung der Felchenfänge im Zugersee (Daten: Amt für Wald und Wild des Kanons Zug).



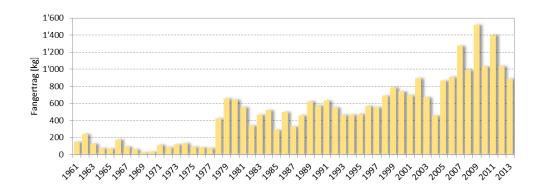


Abbildung 4-21. Entwicklung der Forellenfänge im Zugersee (Daten: Amt für Wald und Wild des Kanons Zug).

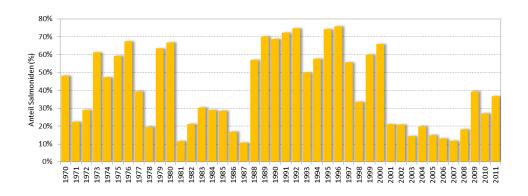


Abbildung 4-22. Anteil der Salmoniden in den Berufsfischerfängen (Daten: BAFU und Amt für Wald und Wild des Kanons Zug).

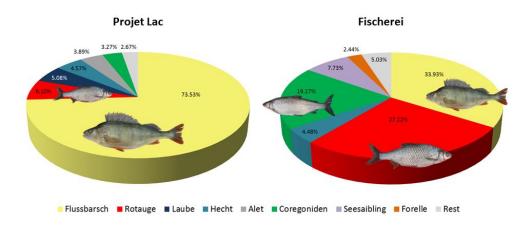


Abbildung 4-23. Verteilung der standardisierten "Projet Lac"- und der Fischerfänge (Angel- und Berufsfischerfänge von 2012) auf die verschiedenen Fischarten (Biomasse).

4.4.2 Längenselektivität der Maschenweiten

Kaulbarsche werden nicht gefangen Die Längenselektivität der Netze ist abhängig von der Fischart (Fujimori & Tokai 2001; Regier & Robson 1966). Bei den Felchen und den Flussbarschen sind die Maschenweiten eher grössenselektiv als beispielsweise für Seeforellen und Seesaiblinge. Anhand der standardisierten Fänge kann für jede Fischart und für



jede Maschenweite die Verteilung und somit die Selektivität bestimmt werden (Abbildung 4-24). Welche Fischlängen durch die im Zugersee erlaubten Maschenweiten gefangen werden, ist in Abbildung 4-25 dargestellt. Auffallend ist zum Beispiel, dass Kaulbarsche mit den eingesetzten Maschenweiten kaum gefangen werden können.

4.4.3 Längenverteilung

Wenig grosse Felchen Die Längenverteilungen (Abbildung 4-25) zeigen, dass bei den Flussbarschen grössere Fische eher selten sind. Die Fänge bestanden zu einem grossen Teil aus Fischen, die kleiner als 16cm waren. Auch bei den Flussbarschen sind damit die Parallelen zum Lago Lugano auffällig. Ansonsten zeigen die Grafiken, dass mit einer Maschenweite von 24 Kaulbarsche kaum gefangen werden.



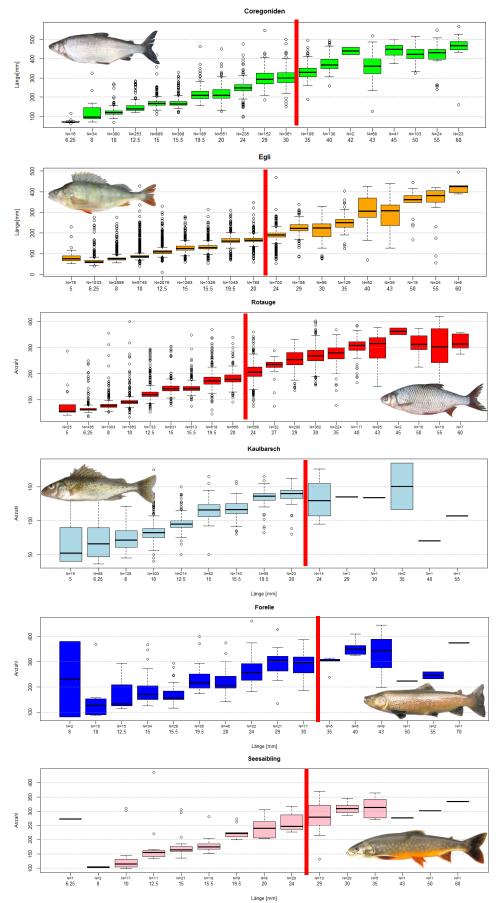


Abbildung 4-24. Längenselektivität der Netzmaschen (alle Fänge "Projet Lac" 2010-2013). Rot markiert sind die Maschenweiten, ab welchen Berufsfischer die Arten befischen dürfen.



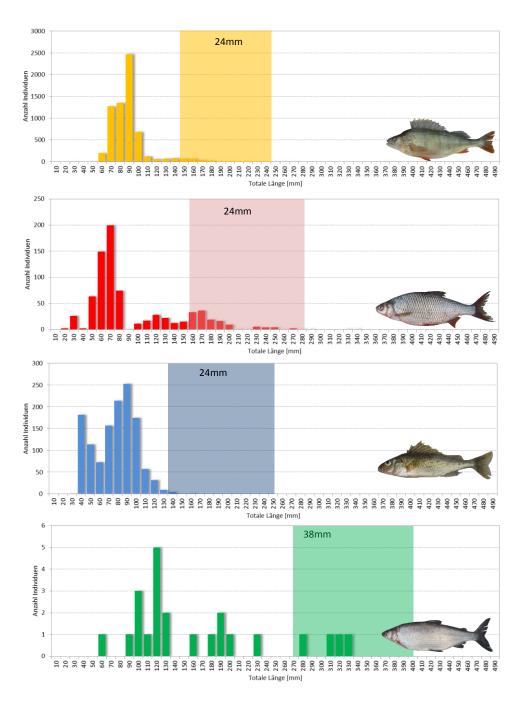


Abbildung 4-25. Längenverteilung der Felchen, Flussbarsche, Rotaugen und Kaulbarsche der "Projet Lac"-Fänge.



4.4.4 Vergleich der Fänge mit anderen Seen

Heute ein Cyprinidensee Im Vergleich mit anderen Schweizer Seen und aufgrund der für die Netzfläche und die Verfügbarkeit der Habitate korrigierten Fänge entspricht der Zugersee heute einem Flussbarschsee und ähnelt in der Fischartenzusammensetzung anderen eher nährstoffreichen tiefen Alpenrandseen wie dem Genfersee. Viele Parallelen können auch mit dem Lago Lugano gezogen werden, in dem allerdings die Rotaugen häufiger waren.

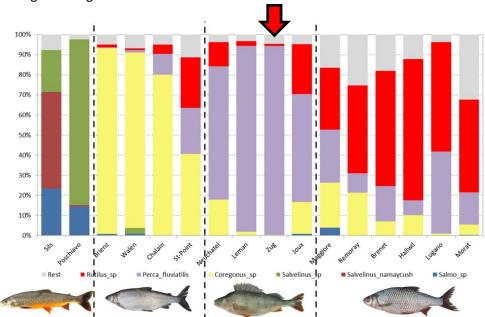


Abbildung 4-26. Vergleich der für den Aufwand und für die Fläche korrigierten Fänge in den verschiedenen Seen. Repräsentiert sind die Fänge der Vertikalnetze.

Die Fänge der Berufsfischer sind im Zugersee, korrigiert für die Seefläche (also kein CPUE), im Mittelfeld der Schweizer Seen (Abbildung 4-27).

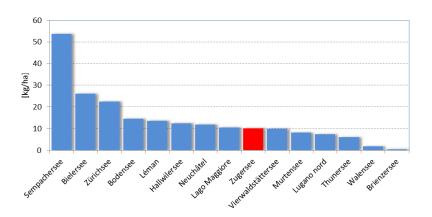


Abbildung 4-27. Fänge der Berufsfischer von 2011 in verschiedenen Schweizer Seen korrigiert für die Seefläche (Daten: BAFU).

Der Vergleich der im Wasser gemessenen Phosphorkonzentrationen mit den standardisierten Fängen zeigt, dass die Anzahl und die Biomasse der Felchen mit



Zusammenhang Phosphor und Fänge zunehmendem Phosphor in den Seen im Durchschnitt abnimmt. Sowohl bei der Anzahl als auch bei der Biomasse gibt es im Bereich von 10-30ug/l Phosphor im Wasser einige Ausreisser nach oben. Es handelt sich dabei um eher flache Seen, die trotz relativ hohem Phosphorgehalt eine recht hohe Felchendichte aufweisen. Der Zugersee gehört zu den Seen mit einem sehr hohen Phosphorgehalt und einer geringen Felchendichte. Die höchste Felchendichte kann in oligotrophen Seen beobachtet werden. Mesotrophe oder eutrophe Seen stellen somit keine guten Lebensbedingungen für die Felchen dar. Sie ermöglichen aber unter Umständen, bedingt durch ein rascheres Wachstum der Felchen, eine wirtschaftlich attraktive Berufsfischerei, was zumindest bis in die 1990er Jahre auch auf den Zugersee zugetroffen haben dürfte.

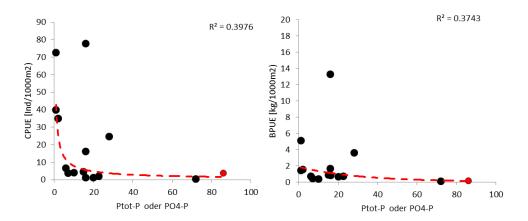


Abbildung 4-28. Zusammenhang zwischen Phosphorgehalt von 15 Seen und dem für den Aufwand korrigierten Felchenfang in den CEN Netzen des "Projet Lac" als Anzahl Individuen (links) und als Biomasse (rechts). Rot eingezeichnet ist der Zugersee.



5 Synthese

5.1 Ökologische Bewertung des Zugersees

5.1.1 Physikalische und chemische Eigenschaften des Wassers

Nährstoffreich und sauerstoffarm

Der Zugersee ist heute ein nährstoffreicher und an der Oberfläche warmer See. Dies führt im Vergleich mit anderen Schweizer Seen zu einer hohen Primärproduktion. Die absterbende Biomasse sinkt ab und wird abgebaut. Dieser Prozess verbraucht Sauerstoff und setzt Kohlensäure sowie einen Teil der gebundenen Nährstoffe frei. Durch die Kohlensäure wird Kalk gelöst, weshalb die Dichte des Seewassers auch bei homogener Temperaturverteilung gegen den Seegrund hin zunimmt. Die Dichteschichtung verhindert somit das komplette Umwälzen des Sees (Liechti 1994). Die anoxischen Bedingungen führen weiter dazu, dass das Bindevermögen von Phosphatverbindungen reduziert wird, und sich Phosphate deshalb wieder im Wasser lösen statt im Sediment abgelagert zu werden (Liechti 1994).

Somit sind die Fische des Zugersees heute immer noch starken anthropogenen Umweltveränderungen ausgesetzt, die sich auf die Fischartenzusammensetzung auswirken. So stehen den Fischen beispielsweise die Habitate in einer Tiefe von unterhalb von ca. 80m nicht zur Verfügung. Die typische Tiefenfischfauna der Alpendrandseen, die früher auch im Zugersee in den tiefen Zonen vorhanden war (Trüsche, Albeli, Groppe), ist somit verschwunden. Dazu kommt eine beträchtliche Erhöhung der Oberflächentemperatur des Sees, die sich mit grosser Wahrscheinlichkeit auch auf die Fischartenzusammensetzung ausgewirkt hat: Direkt durch die Favorisierung von Perciden und Cypriniden gegenüber Salmonidenarten, und indirekt indem sich dadurch die Umwälzungszeit des Sees verringert und der Sauerstoffaustausch mit dem Hypolimnion verringert wird.

5.1.2 Uferhabitate

Stark verbaute Ufer Insgesamt bestätigen unsere Resultate, dass natürliche und gut strukturierte litorale Habitate nicht nur in Fliessgewässern für die Fischfauna wichtig sind, sondern auch in Seen (Vadeboncoeur et al. 2011). Im Zugersee sind strukturierte litorale Habitate (Zuflüsse, Blöcke und Kiesel), die den Fischen gute Habitate bieten, eher selten vertreten. Weniger attraktive Habitate wie Feinsedimente sind deutlich häufiger. Dazu kommt, dass ein grosser Teil des Ufers stark verbaut ist. Dies ist insbesondere in Siedlungs- oder Strassennähe und bei Bootanlegestellen der Fall. Die Resultate der Fischhabitaterfassung decken sich somit gut mit einer genaueren Beurteilung des Seelitorals (Teiber-Siessegger 2013). Im Vergleich mit einer historischen Uferkartierung (Brutschy 1912) wird ersichtlich, dass insbesondere die natürlichen Kiesufer stark beeinträchtigt wurden.



Naturbelassene Ufer bestehen grösstenteils aus Fels oder Schilf. Die Verteilungen der drei Habitattypen ist heute aber noch ähnlich wir früher.

5.1.3 Artenvielfalt

Der Zugersee ist heute ein Flussbarschsee In den letzten ca. 100 Jahren wurden im Zugersee 28 Fischarten beschrieben. Darunter sind 23 einheimische Arten und fünf Neozoen. Im Rahmen des "Projet Lac" konnte keine bisher unbekannte Art festgestellt werden. Mit Sicherheit ausgestorben sind wohl die Nase und das Zuger Albeli.

Aufgrund von historischen Dokumenten kann rekonstruiert werden, dass der Zugersee früher ein typischer tiefer Voralpenrandsee war, charakterisiert durch einen hohen Pelagial-Anteil, in dem die Felchen dominierend waren. Die Ufergemeinschaft war für einen See, der Temperaturen von 22°C erreicht, durch eine grosse Artenvielfalt geprägt. So kamen auch früher verschiedene Cyprinidenarten im Zugersee vor. Auch die Tiefenzone wurde bis zur maximalen Tiefe von Fischen genutzt, z. Bsp. von den Albeli als Laichplatz (Steinmann 1950).

Heute weicht die Fischgemeinschaft stark von diesem Referenzzustand ab. Es sind zwar nur wenige Arten ausgestorben, und "nur" fünf Neozoen eingeführt worden, die Häufigkeiten der verschiedenen Fischarten haben sich jedoch stark verschoben. Die früher häufigen Felchen sind heute im See vergleichsweise selten, auch wenn sie für die Berufsfischerei nach wie vor eine wichtige Rolle spielen. Dasselbe gilt für den Seesaibling. Es ist anzunehmen, dass diese beiden Fischarten ohne Besatzmassnahmen nicht mehr im See vorkommen würden, da die Laichhabitate beider Arten stark beeinträchtigt sind. Das Pelagial wird klar von den Flussbarschen dominiert, was für einen Voralpenrandsee atypisch ist. Das weitgehend anoxische Hypolimnion kann nicht mehr von Fischen bewohnt werden und im Benthal sind ebenfalls Flussbarsche aber auch die eingeführten Kaulbarsche sehr häufig. Die Fischgemeinschaften sind somit stark durch die Konsequenzen der Eutrophierung des Sees geprägt. Auch wenn dieses Ergebnis nicht überrascht, so steht dieses doch in einem gewissen Widerspruch zu den Berufsfischerfängen, die zumindest auf einen guten Seesaiblingbestand im See hinzuweisen scheinen.

5.2 Fischereiliche Nutzung

Die Berufsfischerei im Zugersee basierte bis Ende der 1990er Jahre hauptsächlich auf dem Fang von Felchen. Heute sind die Flussbarsche und Seesaiblinge die wichtigsten Fische der Berufsfischer. Die Angelfischer ihrerseits bevorzugen Raubfische wie Hecht, Seeforellen und Flussbarsch. Von dem aktuellen Fischartenspektrum des Sees profitieren demzufolge vor allem die Angelfischer, denn Flussbarsche und Hechte sind tendenziell häufig. Auch die Forellenfänge haben sich in den letzten Jahren positiv entwickelt.



Die Berufsfischer profitieren zwar ebenfalls von der grossen Flussbarschdichte, die Felchen und Seesaiblinge sind im See allerdings nicht häufig. Obwohl sie selten sind, scheint heute eine wirtschaftliche Fischerei im Zugersee möglich zu sein. Dies hat vermutlich drei Gründe. Erstens wachsen die Seesaiblinge und die Felchen durch das grosse Nahrungsangebot im Pelagial gut und erreichen eine für die Fischverwertung interessante Grösse. Zweitens wird die Tiefenzone, die sie zur Nahrungsaufnahme nutzen können, durch das warme Oberflächenwasser im Sommer und das sauerstoffarme Tiefenwasser begrenzt. Daher kommen sie entlang der Tiefengradien vermutlich oft konzentriert vor (siehe Beispiel der Felchen im Zugersee (Abbildung 4-15), die im Zugersee im August nur in einer Tiefe zwischen 10-20m gefangen wurden. Im Walensee beispielsweise waren Felchen viel häufiger, aber von 5-150m verteilt (Vonlanthen & Periat 2014)). Und schliesslich ist es wahrscheinlich, dass beide Arten ohne Besatzmassnahmen im See noch deutlich weniger häufig wären. Dies weil die Umweltbedingungen die Reproduktion der beiden Arten stark beeinträchtigen. Es wäre interessant herauszufinden, in welchem Rahmen die Naturverlaichung zum Fang der Fischer beiträgt. Im Genfersee beispielsweise, der in einem deutlich besseren ökologische Zustand ist als der Zugersee, ist ein Grossteil der Seesaiblinge auf Besatzfische zurückzuführen, während bei den Felchen nur wenige vom Besatz abstammen (Champigneulle & Caudron 2012).

Die Auswertung der Längenselektivität der Maschenweiten und der Längenverteilung der einzelnen Fischarten zeigt, dass insgesamt die Maschenweiten, die für die Berufsfischerei zugelassen sind, gut an die Fischbestände angepasst sind. Eventuell könnte eine Befischung von kleineren Barschen ins Auge gefasst werden. Diese sind in sehr grosser Dichte vorhanden und werden in anderen Seen (z. Bsp. Im Lac de Bourget, Frankreich) erfolgreich und nachhaltig befischt.



6 Schlussfolgerungen und Empfehlungen

Ein beeinträchtigtes Öksystem Viele Alpenrandseen wurden in den letzten 150 Jahren durch organische Verschmutzungen beeinträchtigt. Der Zugersee gehört dabei zu den Seen, die am stärksten beeinträchtigt wurden. Durch die lange Aufenthaltszeit des Wassers im See und anderen geologischen Eigenheiten des Sees dauert die Gesundung zusätzlich viel länger als in anderen Seen, weshalb dieser noch heute stark eutroph ist. Daraus resultieren eine hohe Primärproduktion und ein Sauerstoffdefizit im Hypolimion.

Eine beeinträchtigte Ufermorphologie Die Ufer sind im Zugersee ebenfalls stark verbaut, dies gilt insbesondere für die für Fische wichtigen flachen Kieselufer, die früher im See häufig waren. Eine Renaturierung dieser Seeufer, die Aufwertung durch Einbringen von strukturierten Elementen und natürlich variierenden Substraten in Kombination mit einer Verbesserung der Wasserqualität dürfte verschiedenen Fischarten zu Gute kommen, insbesondere aber den Felchen und den Seesaiblingen. Dazu wäre eine Analyse der Ufermorphologie anhand von historischen Luftaufnahmen möglicherweise von Interesse.

Eine atypische Fischartengemeinschaft Heute weicht die Fischartengemeinschaft des Zugersees stark vom historischen Referenzzustand ab. Obwohl nur wenige der früher im See vorkommenden Arten ausgestorben und "nur" fünf Neozoen eingeführt worden sind, haben sich die Häufigkeiten der verschiedenen Fischarten stark verschoben. Insbesondere die früher häufigen Felchen sind heute im See vergleichsweise selten. Diesbezüglich besteht zwischen den Fischfangstatistiken und den standardisierten Aufnahmen des "Projet Lac" eine ausgeprägte Diskrepanz, die hauptsächlich auf die selektive Befischung von bestimmten für die Fischerei relevante Arten zurückzuführen ist. Eine Verbesserung der Aussagekraft der Fischfangstatistiken könnte durch die Einführung eines CPUE, wie dies im Kanton Graubünden bereits der Fall ist, erhöht werden. Unsere Resultate zeigen aber auch, wie wichtig eine standardisierte Aufnahme der Fischfauna sein kann, um einerseits den aktuellen Zustand im See zu erfassen und andererseits um die Biomasse Fischartenzusammensetzung zwischen den verschiedenen Seen vergleichen zu können.

Eine an die Bedingungen angepasste Fischerei Die Netzmaschenweiten, die heute für die Berufsfischerei zugelassen sind, scheinen gut an die Fischbestände angepasst zu sein. Unter Umständen könnte eine Befischung von kleineren Barschen ins Auge gefasst werden, die im See sehr zahlreich vertreten sind und in anderen Seen (z. Bsp. in Frankreich) nachhaltig gefischt werden.

Besatzmassnahmen sind vermutlich noch länger notwendig Mit ein paar anderen eutrophen oder mesotrophen Seen des Schweizer Mittellandes ist der Zugersee ein See, in dem Besatzmassnahmen für den Erhalt der Felchen und der Seesaiblinge notwendig sind. Eine Untersuchung, die den Nutzen des Besatzes bestätigt und Optimierungsmöglichkeiten auslotet, wäre



demzufolge für die Zukunft der Berufsfischerei im See vermutlich von Interesse , da davon ausgegangen werden kann, dass die natürliche Fortpflanzung der Felchen und der Seesaiblinge noch länger beeinträchtig sein wird.



7 Abbildungsverzeichnis

Abbildung 3-1. Illustration der Verschiedenen Pr			
(Zeichnung © M. Gogouilly)			
Abbildung 4-1. Temperaturprofile vom Zugersee von 2012. Da			
Zug			
Abbildung 4-2. Entwicklung der Wasser-Oberflächentemperatur			
zum 27. Juni 2013			
Abbildung 4-3. Temperaturmessungen vom Zugersee von 1908/			
Abbildung 4-4. Sauerstoffprofile vom Zugersee von 2010. Daten			_
Abbildung 4-5. Entwicklung des Gesamtphosphorgehaltes des		-	
2011. Daten: Bundesamt für Umwelt (BAFU)			
Abbildung 4-6. Ausschnitt der Kartierung der litoralen Habitate			
Abbildung 4-7. Fläche der verschiedenen litoralen Habitate im Z	_		
Abbildung 4-8. Kartierung der anthropogen beeinflussten und w	_		
Zugersee (Luftaufnahmen © Swisstopo).			
Abbildung 4-9. Uferhabitate zur Jahrhundertwende (Brutschy 19			
Abbildung 4-10. Karte der Befischungsstandorte im Zugersee (Lu			
Abbildung 4-11. Grafische Darstellung der im Rahmen vom			
Zugersee in logarithmischer Skala.			
Abbildung 4-12. Die Anzahl (oben) und die Biomasse (unten) de	_		
gefangenen Fische korrigiert für die Netzfläche und die Habitaty	_		
ist in logarithmischer Skala dargestellt, um die Differenzen ersic			
Abbildung 4-13. Anzahl Fische, die pro Art in den CEN-Netzer			
ebenfalls die 5% und 95%-Konfidenzintervalle, die anhar			
Stichproben geschätzt wurden.			
Abbildung 4-14. Nutzung der pelagischen und benthischen Fischarten (CEN Netze)			
·			
Abbildung 4-15. Die Anzahl der gefangenen Fische korrigiert für die Tiefe. Die schwarz gestrichelte Linie entspricht einem war			_
Tiefe			-
Abbildung 4-16. Anzahl für den Aufwand korrigierte Fische, d			
gefangen wurden			
Abbildung 4-17. Geografische Verteilung der Flussbarsch-, Kaull			
im Zugersee (alle Protokolle)		_	_
Abbildung 4-18. Echolotsequenzen der oberen (links: 5-15m)			
15m-Seegrund) des Zugersees durchgeführt bei Nacht			•
Abbildung 4-19. Entwicklung der Berufsfischerfänge im Zugersch			
Amt für Wald und Wild des Kanons Zug).			
Abbildung 4-20. Entwicklung der Felchenfänge im Zugersee			
Kanons Zug)			
Abbildung 4-21. Entwicklung der Forellenfänge im Zugersee			
Kanons Zug)			
Abbildung 4-22. Anteil der Salmoniden in den Berufsfischerfär			
und Wild des Kanons Zug)			
Abbildung 4-23. Verteilung der standardisierten "Projet Lac"			
Berufsfischerfänge von 2012) auf die verschiedenen Fischarten		_	
Abbildung 4-24. Längenselektivität der Netzmaschen (alle F			
markiert sind die Maschenweiten, ab welchen Berufsfischer die			
Abbildung 4-25. Längenverteilung der Felchen, Flussbarsche, Ro			
Lac"-Fänge.	_		-
Abbildung 4-26. Vergleich der für den Aufwand und für di			
verschiedenen Seen. Repräsentiert sind die Fänge der Vertikalno		_	_



Artenvielfalt und Zusammensetzung der Fischpopulation im Zugersee

Abbildung 4-27. Fänge der Berufsfischer von 2011 in verschiedenen Schweizer Seen (Daten BAF	·U)
korrigiert für die Seefläche.	30
Abbildung 4-28. Zusammenhang zwischen Phosphorgehalt von 15 Seen und dem für den Aufwa	nd
korrigierten Felchenfang in den CEN Netzen des "Projet Lac" als Anzahl Individuen (links) und	als
Biomasse (rechts). Rot eingezeichnet ist der Zugersee	31
Abbildung 9-1 Längenverteilung der Felchen, Flussbarsch und Rotaugen in verschiedenen Seen,	41



8 Literaturverzeichnis

- Appelberg M (2000) Using fish to assess environmental disturbance of Swedish lakes and streams a preliminary approach. *Fiskeriverket information* **1**, 1-28.
- AquaPlus (2004) Untersuchung der Fliessgewässer und Seen im Kanton Zug und im Einzugsgebiet des Zugersees (ed. Zug AfUdK), Zug.
- Balk H, Lindem T (2006) Sonar 4, Sonar 5, Sonar 6 Post-processing Systems. Operator Manual. Lindem Data Acquisition, Oslo.
- Brutschy A (1912) Monographische Studien am Zugersee. Sonderdruck aus Archiv für Hydrobiologie und Planktonkunde.
- Champigneulle A, Caudron A (2012) Projet franco-suisse «truite-omble-corégone» au Léman. . INRA, Thon-les-Bains.
- Degiorgi F, Grandmottet J-P (1993) relations entre la topographie aquatique et l'organisation spatiale de l'ichtyofaune lacustre, définitionde modalités spatiales d'une stratégie de prélèvement reproductible. *Bull. Fr. de pisc.* **329**, 199-220.
- Degiorgi F, Guillard J, Grandmottet JP, Gerdaux D (1994) Deux techniques d'échantillonage de l'ichtyofaune lacustre utilisées en France, bilan et perspectives. *Hydroécol. appl.* **5**, 27-42.
- Degiorgi F, Raymond J-C (2000) Guide technique. Utilisation de l'ichtyofaune pour la détermination de la qualité globale des écosystèmes d'eau courante. (ed. Agence de l'eau Csdlp), Lyon.
- Fujimori Y, Tokai T (2001) Estimation of gillnet selectivity curve by maximum likelihood method. *Fisheries Science* **67**, 644-654.
- Karr JR (1981) Assessment of biotic integrity using fish communities. *Fisheries* **6**, 21-27.
- Liechti P (1994) Schriftenreihe Umwelt Nr. 237; Der Zustand der Seen in der Schweiz (BUWAL) Bundesamt für Umwelt, Wald und Landschaft.
- Maclennan D, Fernandes PG, Dalen J (2002) A consistent approach to definitions and symbols in fisheries acoustics. *ICES J. Marine Scien.*, 365-369.
- Regier HA, Robson DS (1966) Selectivity of Gill Nets Especially to Lake Whitefish. *Journal of the Fisheries Research Board of Canada* **23**, 423-&.
- Stadler C (1896) Zuger Fische in Wort und Bild. Zuger Fischereiverein, Zug.
- Steinmann P (1950) Monographie der schweizerischen Koregonen. Beitrag zum Problem der Entstehung neuer Arten. Spezieller Teil. Schweizer Zeitschrift für Hydrobiologie 12, 340-491.
- Teiber-Siessegger P (2013) Zugersee: Teil 1: Seeuferberwertung 2009; Teil 2: Aufwertungspotential, Wasserburg.
- Vadeboncoeur Y, McIntyre PB, Vander Zanden MJ (2011) Borders of Biodiversity: Life at the Edge of the World's Large Lakes. *Bioscience* **61**, 526-537.
- Vonlanthen P, Bittner D, Hudson AG, et al. (2012) Eutrophication causes speciation reversal in whitefish adaptive radiations. *Nature* **482**, 357-362.
- Vonlanthen P, Periat G (2014) Artenvielfalt und Zusammensetzung der Fischpopulation im Walensee. In: "Projet Lac". EAWAG, Kastanienbaum.



9 Anhang

9.1 Übersicht Fänge: CPUE der gefangenen Fische

Tabelle 9-1. Zusammenstellung der Anzahl und der Biomasse der gefangenen Individuen für die verschiedenen Fangarten, korrigiert für den Fangaufwand (Anzahl Individuen pro 1000m² Netzfläche oder Elekrofischfangfläche).

Fischart			CPUE (Anzah	l Individu	en/1000m²)				BPU	E (kg/1000)m2)	
		CEN	CEN	Elec.	Vertikal	Vertikal	CE	EN	CEN	Elec.	Vertikal	Vertikal
Deutsch	Lateinisch	benthisch	pelagisch		benthisch	pelagisch	benthi	sch	pelagisch		benthisch	pelagisch
Flussbarsch	Perca fluviatilis	1028.44	1.82	131.29	81.15	7.26	7.	34	0.04	0.60	0.60	0.06
Kaulbarsch	Gymnocephalus cernuus	193.78	-	6.29	75.92	6.58	2.	34	-	0.05	1.77	0.08
Rotauge	Rutilus rutilus	102.22	29.09	-	5.24	41.68	7.	21	1.19	-	0.95	1.83
Rotfeder	Scardinius sp	42.67	-	0.79	50.61	2.02	3.	02	-	0.00	5.69	0.34
Coregoniden	Coregonus sp	2.22	35.15	-	-	5.06	0.1	20	3.58	-	-	0.59
Hasel	Leuciscus leuciscus	12	1.21	25.16	3.49	0.17	0.	72	0.06	2.05	0.24	0.01
Gründling	Gobio gobio	4	-	32.23	3.49	-	0.	04	-	0.24	0.04	-
Alet	Squalius cephalus	6.67	-	13.36	10.47	0.17	5.	77	-	9.30	15.80	0.21
Sonnenbarsch	Lepomis gibbosus	2.22	-	15.72	1.75	-	0.	04	-	0.22	0.02	-
Brachse	Abramis brama	6.67	0.61	0.79	0.87	0.67	4.	30	0.00	2.72	0.01	0.66
Forelle	Salmo trutta	-	-	13.36	-	-			-	0.58	-	-
Schleie	Tinca tinca	1.33	-	1.57	4.36	-	1.	71	-	0.55	6.37	-
Kamberkrebs	Orconectes limosus	3.56	-	-	1.75	-	0.	04	-	-	0.01	-
Schneider	Alburnoides bipunctatus	0.44	-	4.72	-	-	0.	01	-	0.01	-	-
Hecht	Esox lucius	0.89	-	1.57	1.75	-	0.	30	-	0.96	2.73	-
Groppe	Cottus gobio	-	-	4.72	-	-		-	-	0.02	-	-
Trüsche	Lota lota	0.89	-	1.57	-	-	0.	08	-	0.21	-	-
Barbe	Barbus barbus	0.44	-	-	1.75	-	0.	86	-	-	3.00	-
Zander	Stizostedion lucioperca	0.44	-	-	-	-	0.	05	-	-	-	-
Karpfen	Cyprinus carpio	-	-	-	0.87	-		-	-	-	1.93	-
Total		1408.88	67.88	253.14	243.47	63.61		34.03	4.87	17.51	39.1	6 3.78

9.2 Resultate der Permutationen

Tabelle 9-2. Zusammenstellung der Konfidenzintervallschätzung für die Fänge mit den CEN Netzen. Angegeben sind die minimale Anzahl (Min), die mittlere Anzahl (Mittel) die Maximale Anzahl (Max) der geschätzten Fischfänge, die pro Art für den gegebenen Aufwand erwartet werden können, die untere Konfidenzgrenze (5%), der beobachtete Wert (Beobachtet) und die obere Konfidenzgrenze (95%).

Fischart		Anzahl Fische							
Deutsch	Lateinisch	Min.	Mittel	Max.	0.05	0.95			
Flussbarsch	Perca fluviatilis	2579	4473	6927	3258	5728			
Kaulbarsch	Gymnocephalus cernuus	561	1091	1675	792	1409			
Rotauge	Rutilus rutilus	144	554	1234	314	827			
Laube	Alburnus alburnus	32	69	116	44	94			
Hasel	Leuciscus leuciscus	5	39	90	18	64			
Kamberkrebs	Orconectes limosus	5	35	70	18	54			
Sonnenbarsch	Lepomis gibbosus	6	29	90	11	59			
Coregoniden	Coregonus sp	0	20	54	4	36			
Rotfeder	Scardinius erythrophthalmus	0	9	28	2	19			
Karpfen	Cyprinus carpio	0	8	21	3	15			
Trüsche	Lota lota	2	5	13	2	9			
Alet	Squalius cephalus	0	5	11	2	8			
Schleie	Tinca tinca	0	4	10	1	7			
Hecht	Esox lucius	0	3	9	1	6			
Brachse	Abramis brama	0	3	8	1	5			
Forelle	Salmo trutta	0	2	7	0	4			
Seesaibling	Salvelinus umbla	0	2	7	0	4			
Gründling	Gobio gobio	0	1	5	0	3			
Total Anzahl		3332	6290	10202	4455	8235			



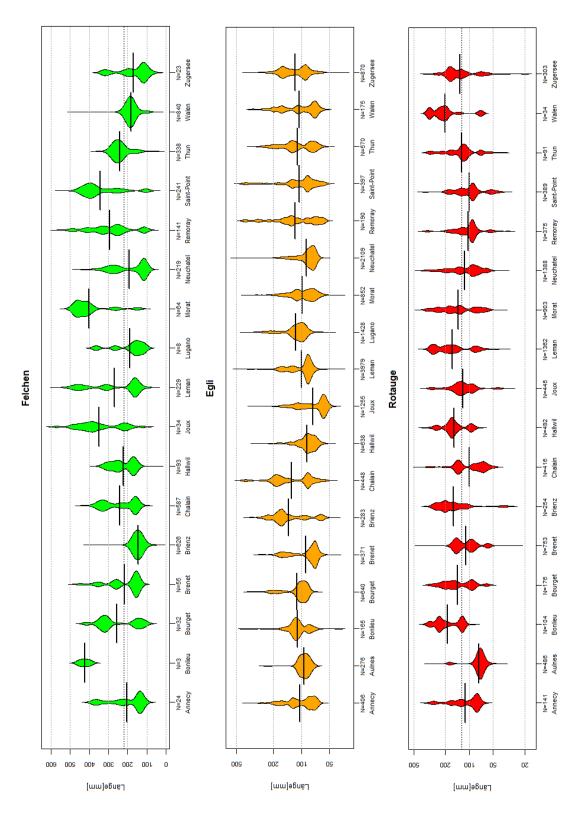


Abbildung 9-1 Längenverteilung der Felchen, Flussbarsch und Rotaugen in verschiedenen Seen.

