

Schäden an Fischernetzen durch Kormorane

Phalacrocorax carbo sinensis

Präventionsprojekt Neuenburgersee

Schlussbericht für das

Bundesamt für Umwelt
Abteilung Artenmanagement
Sektion Jagd, Wildtiere und Waldbiodiversität
CH-3003 Bern

Mai 2010

Klaus Robin, Michael Vogel, Muriel Perron und Roland F. Graf
Fachstelle Wildtier- und Landschaftsmanagement WILMA
Institut für Umwelt und Natürliche Ressourcen IUNR
Zürcher Hochschule für Angewandte Wissenschaften ZHAW
CH-8820 Wädenswil

Schäden an Fischernetzen durch Kormorane

Phalacrocorax carbo sinensis

Präventionsprojekt Neuenburgersee

Schlussbericht
für das

Bundesamt für Umwelt
Abteilung Artenmanagement
Sektion Jagd, Wildtiere und Waldbiodiversität
CH-3003 Bern

Mai 2010

Klaus Robin, Michael Vogel, Muriel Perron und Roland F. Graf
Fachstelle Wildtier- und Landschaftsmanagement WILMA
Institut für Umwelt und Natürliche Ressourcen IUNR
Zürcher Hochschule für Angewandte Wissenschaften ZHAW
CH-8820 Wädenswil

CH-8820 Wädenswil

Impressum

Auftraggeber

Bundesamt für Umwelt BAFU
Abteilung Artenmanagement AMA
Sektion Jagd, Wildtiere und Waldbiodiversität JAWIWA,
vertreten durch Dr. Bruno Stadler und Martin Baumann
CH-3003 Bern

Bearbeitende

Prof. Dr. Klaus Robin, Michael Vogel, Muriel Perron, Dr. Roland F. Graf
Fachstelle Wildtier- und Landschaftsmanagement WILMA
Institut Umwelt und Natürliche Ressourcen IUNR
Zürcher Hochschule für Angewandte Wissenschaften ZHAW
Postfach
CH-8820 Wädenswil
klaus.robins@zhaw.ch; michael.vogel@zhaw.ch

Titelfotos © Michael Vogel, Klaus Robin, Muriel Perron

Zitiervorschlag

Robin K., Vogel M., Perron M. & Graf R.F. 2010

Schäden an Fischernetzen durch Kormorane *Phalacrocorax carbo sinensis* - Präventionsprojekt Neuenburgersee.

Schlussbericht zur Analyse der Fachstelle Wildtier- und Landschaftsmanagement WILMA der Zürcher Hochschule für Angewandte Wissenschaften ZHAW für die Sektion Jagd, Wildtiere und Waldbiodiversität JAWIWA, Abteilung Artenmanagement AMA, Bundesamt für Umwelt BAFU. Typoskript; 64 pp; © BAFU & ZHAW

Zusammenfassung

Die wachsenden Brutbestände des Kormorans *Phalacrocorax carbo sinensis* in der Schweiz verursachen zunehmend Konflikte mit den Berufsfischern, da die Kormorane Beutefische zum Teil aus den Stellnetzen der Fischer entnehmen. Besonders ausgeprägt tritt dieser Konflikt am Neuenburgersee auf, wo sich die schweizweit grösste Brutkolonie befindet und sich auch ausserhalb der Brutzeit viele Kormorane aufhalten. Bisher ist wenig darüber bekannt, welche Massnahmen zur Prävention von Schäden in der Berufsfischerei auf Seen ergriffen werden können. Um in dieser Frage weiter zu kommen, entwickelten wir im Auftrag des Bundesamts für Umwelt BAFU die folgenden drei Massnahmen *Unsichtbare Bojen* (transparente Schwimmer), *Kormoranbojen* (tote Kormorane) und *Vogelscheuchen* und testeten auf dem Neuenburgersee ihre technische Handhabung und ihre Wirksamkeit.

Schäden entstehen durch Verletzung von Fischen und Beschädigung von Netzen. Verletzungen an Fischen können meist eindeutig dem Kormoran als Verursacher zugewiesen werden. Hingegen bestehen bei der Zuordnung mechanischer Schäden an Netzen methodische Schwierigkeiten, da die Ursachen für Löcher im Netz vielfältig sind. Dieser Umstand wurde in bisherigen Schadensuntersuchungen nicht beachtet. Die Wahrscheinlichkeit, dass Schäden auftreten, ist wesentlich von der Setztiefe der Fischereigeräte bzw. von der maximalen Tauchtiefe der Kormorane abhängig. Die Gefährdung nimmt grundsätzlich mit abnehmender Setztiefe zu. Folglich ist das Schadenspotenzial weder gleichmässig über den See verteilt noch sind alle Netztypen bzw. Fangarten gleichermaßen gefährdet.

Bei den beiden Massnahmen *Unsichtbare Bojen* und *Kormoranbojen* konnten wir keine präventive Wirkung feststellen. Im Gegenteil, *Kormoranbojen* wirkten auf Kormorane eher anziehend. Bei den *Vogelscheuchen* gibt es Hinweise auf eine positive Wirkung. Die statistische Stützung unserer Resultate gestaltete sich aber als schwierig, da Attacken auf die Versuchsnetze selten vorkamen und die Stichprobenzahl somit klein blieb. Die Beurteilung der Massnahmen stützt sich deshalb zusätzlich auf qualitative Beobachtungen.

Im Rahmen dieser Beobachtungen stellten wir fest, dass die Kormorane die Netze vorwiegend am frühen Morgen aufsuchten. Zur Verminderung von Schäden empfehlen wir deshalb, die Netze wenn immer möglich bereits in der Morgendämmerung zu heben.

Weiter stellten wir fest, dass die Entsorgung von Fischabfällen und Beifängen in den See üblich ist. Diese Praxis ist im Bezug auf die Kormoranschäden als kritisch zu beurteilen, da sie die Kormorane vermutlich darin unterstützt, eine Kausalkette zwischen Fischern, Netzen und leicht erreichbarer Nahrung herzustellen. Deshalb empfehlen wir, diese Entsorgungspraxis zu reorganisieren.

Im Gegensatz zu einer früheren Schadensuntersuchung stellten wir fest, dass zum Flussbarschfang eingesetzte Reusen von Schäden betroffen sind und dass diese Schäden wirtschaftliche Bedeutung haben. Während bei den Netzen aufgrund der Rechtslage kein Spielraum für technische Anpassungen besteht, sehen wir bei den Reusen Möglichkeiten, die es künftig zu prüfen gilt.

Aufgrund des Sachverhaltes, dass die Vogelscheuchen eine, wenn auch statistisch nicht gesicherte, präventive Wirkung zeigten, empfehlen wir, diese Geräte technisch weiter zu entwickeln und die Überprüfung ihrer Wirksamkeit zu vertiefen. Bei bestätigter Präventionswirkung ist vorzusehen, diese Methode - insbesondere während des Felchen-Laichfischfangs im Dezember - als Alternative zu den in ihrer Wirkung unsicheren Einzelabschüssen einzusetzen.

Inhaltsverzeichnis

1.	Einleitung	5
2.	Projektauftrag	6
3.	Organisation und Ablauf des Projektes	7
3.1.	Organisationsstruktur und Zuständigkeiten	7
3.2.	Projekttablauf	8
4.	Ausgangslage	9
4.1.	Aktuelle Situation der Kormoranbestände in der Schweiz.....	9
4.1.1.	Sommervorkommen	9
4.1.2.	Wintervorkommen.....	12
4.2.	Kormoranvorkommen am Neuenburgersee	12
4.2.1.	Sommervorkommen	12
4.2.2.	Brutvorkommen.....	13
4.2.3.	Wintervorkommen und Durchzugsspitzen	13
4.3.	Situation der Berufsfischerei am Neuenburgersee	13
4.3.1.	Struktur und Erträge	13
4.3.2.	Behörden und Gesetzgebung	14
4.4.	Konflikt Kormoran/Berufsfischerei	14
4.4.1.	Räumliche Komponente	14
4.4.2.	Schadenssituation	16
5.	Material und Methoden	17
5.1.	Die Versuchsregion.....	17
5.2.	Im Test verwendetes Fangmaterial	18
5.3.	Getestete Präventionsmassnahmen	19
5.3.1.	Unsichtbare Bojen	19
5.3.2.	Kormoranbojen.....	20
5.3.3.	Vogelscheuchen.....	23
5.4.	Versuchszeiten und Versuchsanordnung	25
5.5.	Unterscheidbarkeit von Schäden.....	27
5.5.1.	Verletzte Fische	27
5.5.2.	Löcher im Netz.....	27
5.6.	Messgrössen und Datenauswertung	28
5.7.	Auswahlprozess Präventionsmassnahmen	29
6.	Quantitative Ergebnisse	30
6.1.	Einfluss der Präventionsmassnahmen auf die Fangerträge	30
6.1.1.	Sommerperiode; Flussbarschfang.....	30
6.1.2.	Winterperiode; Felchen-Laichfischfang	32
6.2.	Einfluss der Präventionsmassnahmen auf das Auftreten verletzter Fische	33
6.2.1.	Sommerperiode; Flussbarschfang.....	33

6.2.2.	Winterperiode; Felchen-Laichfischfang	35
6.3.	Einfluss der Präventionsmassnahmen auf Netzschäden.....	37
6.4.	Zusammenhang zwischen verletzten Fischen, Kormorananwesenheit und Netzschäden	37
6.5.	Kormoranschäden beim Fischfang mit Reusen.....	39
6.6.	Schadenskalkulation	41
7.	Qualitative Ergebnisse	42
7.1.	Unsichtbare Bojen.....	42
7.2.	Kormoranbojen	42
7.3.	Vogelscheuchen	42
7.4.	Orientierung der Kormorane	43
7.5.	Auftreten von Schäden.....	43
7.5.1.	Tageszeitliches Muster	43
7.5.2.	Über die Wirkung eines einzelnen Kormorans.....	43
7.6.	Fischabfall.....	43
8.	Diskussion.....	45
8.1.	Grenzen der quantitativen Ergebnisse.....	45
8.2.	Wirksamkeit der Präventionsmassnahmen.....	45
8.2.1.	Unsichtbare Bojen	45
8.2.2.	Kormoranbojen.....	46
8.2.3.	Vogelscheuchen.....	46
8.3.	Schadenssituation.....	46
8.4.	Fischabfallentsorgung	47
9.	Empfehlungen	48
9.1.	Möglichkeiten angepasster bzw. optimierter Arbeitsabläufe bei der Berufsfischerei	48
9.1.1.	Fischereipraxis.....	48
9.1.2.	Fischabfälle	48
9.2.	Potenzial unterschiedlicher Netztypen bzw. Fangarten	48
9.3.	Potenzial von Vergrämungsmethoden am Netz	49
9.3.1.	Vogelscheuchen.....	49
9.3.2.	Einzelabschüsse und Petardeneinsatz.....	50
9.4.	Kommunikation	50
9.5.	Sozioökonomische Belange	50
10.	Schlussbemerkung.....	50
Dank	52	
Quellen	53ff	
Anhänge	56	
Fotoanhang.....	57	
Datentabelle Sommerversuche	63	
Datentabelle Winterversuche	64	

1. Einleitung

Der Kormoran *Phalacrocorax carbo sinensis* etabliert sich in der Schweiz und anderen Ländern Mitteleuropas als Brutvogel. Im Sommer 2009 wurden in unserem Land 547 Brutpaare in 6 Kolonien gezählt (Keller & Gerber 2009). Die fischfressenden Vögel geraten in Konflikt mit der Berufsfischerei. Sie werden als Konkurrenz im Fischfang wahrgenommen, und sie verursachen Schäden an Fischernetzen.

Im Auftrag des Bundesamtes für Umwelt BAFU, Sektion Jagd, Wildtiere und Waldbiodiversität JAWIWA, haben Pedroli (2007) und Robin & Graf (2008) die aktuelle Situation des Kormorans am Neuenburgersee analysiert. Pedroli konzentrierte seine Arbeit auf die Abschätzung der wirtschaftlichen Effekte des Kormorans auf die Berufsfischerei. Seine Befragungen ergaben, dass die Berufsfischer einen Jahresfangertrag von durchschnittlich rund 260 t mit einem Verkaufswert von maximal CHF 3,7 Mio. erwirtschaften und dabei alljährlich kormoran-bedingte Schäden in der Grössenordnung von rund 200'000 CHF erfahren. Robin & Graf (2008) analysierten die Populationsentwicklung der Kormorane am Neuenburgersee im europäischen Kontext und zeigten zudem auf, wie sich Gelegemanipulationen auf die zukünftige Entwicklung der Kolonie auswirken können

Nach den Ergebnissen von Pedroli (2007) sind die Schäden durch Fangertragsausfälle und an den Fanggeräten für die Berufsfischer einkommensrelevant. Robin & Graf (2008) nahmen aufgrund ihres Populationsentwicklungsmodells an, dass mit einem weiteren raschen Anwachsen des Sommervorkommens zu rechnen ist.

In verschiedenen Beispielen wurde aber festgestellt, dass regional begrenzte regulatorische Eingriffe in ein Kormoranvorkommen kaum zu einer nachhaltigen Reduktion der Bestände und damit zu einer Entschärfung der Schadenssituation führen (zusammengefasst bei Robin & Graf 2008). Denn Ausfälle können aufgrund kompensatorischer Effekte (u.a. Bruterfolg im Folgejahr) und Migration bei günstigen Umweltbedingungen sehr rasch kompensiert werden (Keller & Lanz 2003, Robin & Graf 2008). Gerade in der Anfangsphase einer Kolonieentwicklung - wie im Fall des Neuenburgersees - ist die Immigration einstweilen wohl noch der wichtigste Faktor für ihr Wachstum (Robin & Graf 2008).

Der Kormoranbestand in der Schweiz ist eingebettet in ein räumliches System, das von Skandinavien bis ans Mittelmeer reicht. Er lässt sich gegenüber anderen Vorkommen nicht klar abgrenzen. Grundsätzlich versprechen regulatorische Massnahmen deshalb nur dann Erfolg, wenn sie gesamt-europäisch auf Populationsebene erfolgen (Keller & Lanz 2003; Sterup et al. 2005; Kieckbusch & Knief 2007; Robin & Graf 2008).

Die Zunahme der Brutvorkommen in der Schweiz löste eine Überarbeitung des bisher geltenden Papiers *Erfolgskontrolle Kormoran und Fischerei sowie neuer Massnahmen-plan 2005* (Rippmann et al. 2005) bezüglich der Sommersituation aus. Die letztmals 2005 überarbeitete Fassung sieht vor, dass Kormorankolonien an grösseren Seen grundsätzlich unbehelligt bleiben. Heute brüten die Kormorane überwiegend in den ruhigen Vogelschutzgebieten an Mittellandseen, wo sie durch die Verordnung über die Wasser- und Zugvogelreservate von internationaler und nationaler Bedeutung (WZVV) vor Eingriffen sicher waren. Um dieser Konfliktsituation besser gerecht zu werden, leitete das Bundesamt für Umwelt BAFU eine Änderung der WZVV in die Wege, welche vom Bundesrat im Mai 2009 per 1. Juli 2009 in Kraft gesetzt wurde. Mit der Anpassung der Schutzverordnung wurde den Kantonen die Möglichkeit gegeben, bei übermässigen Schäden auch in die Brutkolonien in den Schutzgebieten regulierend einzugreifen. Solche Eingriffe sind vom Bundesamt für Umwelt zu bewilligen und sind nur erlaubt, wenn damit die Ziele des Schutzgebietes nicht beeinträchtigt werden:

Als Grundlage zur Erteilung einer Bewilligung durch das Bundesamt für Umwelt BAFU müssen mehrere Kriterien erfüllt sein. Der Bund schlägt den Kantonen folgende Kriterien vor:

- Die zumutbaren Massnahmen zur Schadensverhütung wurden ergriffen.
- Das Schadenausmass ist dokumentiert.

- Die vorgesehenen Massnahmen sind innerhalb einer Gewässerregion zwischen den beteiligten Kantonen abgesprochen (Gewässerregionen sind: Genferseebecken- Rhone, Jurarandseen- Aare, Nordalpenrandseen- Zentralschweiz, Bodensee-Rhein, Tessin).
- Eine Intervention am Lebensraum oder Nestsustrat kommt vor der Intervention am Gelege. Regulationsabschlüsse von Kormoranen bleiben nur ausserhalb der Schutzgebiete gestattet, um die Störung in den Schutzgebieten zu minimieren.

Obwohl breite Erfahrungen zur Schadabwehr von Kormoranen in Fischzuchten bestehen (z.B. Draulans 1987, Litauer 1990, Keller 1996, Barras & Godwin 2005), ist heute noch weitgehend unbekannt, welche Massnahmen zur Schadensprävention an Fischereigeräten auf offenen Seen eingesetzt werden können. Im Hinblick auf den künftigen Umgang mit dem Konflikt zwischen Berufsfischerei und Kormoranen und den bevorstehenden rechtlichen Anpassungen gilt es diese Frage zu klären.

Zu beachten ist, dass nicht alle Fischereigeräte gleichermassen schadensexponiert sind. Erstes und entscheidendes Kriterium ist hierbei die maximale Tauchtiefe der Kormorane. Gerätschaften, die tiefer als 25 Meter gesetzt werden, sind für Kormorane kaum erreichbar. Da die Kormorane Nahrungsopportunisten sind und ihre Beutewahl energetisch optimieren, spielt auch die Verfügbarkeit von einfach zu erreichenden Fischen in den untiefen Seeregionen eine wichtige Rolle. Es besteht die Annahme, dass die Attraktivität von Fischernetzen umso grösser ist, je geringer die Verfügbarkeit „alternativer“ Nahrungsquellen ausfällt. Aus dieser Annahme lässt sich ableiten, dass Fischernetze im Winter am stärksten gefährdet sind, was die Befragungen von Pedroli (2007) und die praktische Erfahrung der Berufsfischer bestätigen.

Der Auftrag für das vorliegende Projekt bestand darin, gemeinsam mit Fischereibehörden und Berufsfischern des Neuenburgersees praxistaugliche Massnahmen zur Schadensprävention zu entwickeln und zu prüfen.

2. Projektauftrag

Gegenstand dieser Untersuchung waren die Entwicklung und Prüfung von Massnahmen zur Schadensprävention am Netz. Dabei sollen folgende Aspekte untersucht werden:

- Möglichkeiten angepasster bzw. optimierter Arbeitsabläufe bei der Berufsfischerei
- Potenzial unterschiedlicher Netztypen bzw. Fangarten
- Potenzial von Vergrämungsmethoden am Netz
- Vergleich der Effekte der einzelnen Massnahmen untereinander betreffend Netzschäden und Fischentnahmen
- Verhalten der Kormorane bezüglich der jeweiligen Massnahmen
- Vergleich der Effekte von Fangaktivitäten mit und ohne Präventionsmethoden und deren Auswirkungen auf Netzschäden und Fischentnahmen
- Wirtschaftliche Konsequenzen des Einsatzes von Präventionsmassnahmen im Vergleich mit herkömmlichen Fangaktivitäten (Ertragsausfälle, Material- und Personalkosten)

3. Organisation und Ablauf des Projektes

3.1. Organisationsstruktur und Zuständigkeiten

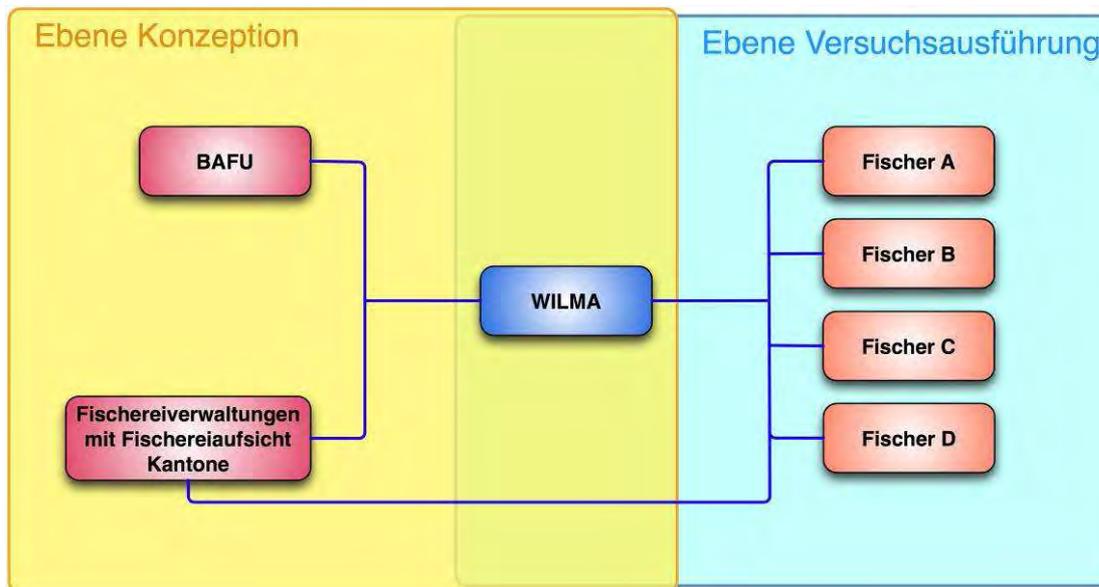


Abb. 1: Organigramm des Präventionsprojektes

Zu Beginn des Projektes wurden die Zuständigkeiten der Projektbeteiligten wie folgt festgelegt:

Bundesamt für Umwelt BAFU, Sektion Jagd, Wildtiere und Waldbiodiversität JAWIWA:

- Unterstützung bei der Organisation der Zusammenarbeit mit den Kantonen und bei der Koordination der beteiligten kantonalen Fachstellen
- Zuständigkeit in der Medien-/Öffentlichkeitsarbeit. Allfällige Aktivitäten von WILMA werden vom BAFU-JAWIWA definiert und abgesprochen. Medienanfragen an WILMA werden entgegengenommen und an das BAFU-JAWIWA weitergeleitet. Bruno Stadler/JAWIWA informiert WILMA über geplante Öffentlichkeits- und Medienarbeit seitens des BAFU im Zusammenhang mit der Kormoranthematik.

Die Fachstelle Wildtier- und Landschaftsmanagement WILMA

- Erstellen des fachlichen Konzepts; planen, durchführen, auswerten und beurteilen der der Feldversuche
- Laufende Information aller am Projekt Beteiligten über den Projektstand und über Zwischenergebnisse

Die kantonalen Fischereiverwaltungen (NE, FR, VD) unterstützen WILMA und das Projekt in organisatorischen Belangen vor Ort. WILMA ersuchte die kantonalen Stellen insbesondere um Unterstützung in folgenden Bereichen:

- Beratung von WILMA in Bezug auf die geltenden (Fischerei-) gesetzlichen Bestimmungen im Zusammenhang mit den Versuchsausführungen
- Erteilen der für die Versuchsausführung benötigten Bewilligungen

- Einleiten der Kommunikation zwischen WILMA und den an Experimenten beteiligten Fischern und Berufsfischerverbänden
- In Absprache mit BAFU-JAWIWA erteilen von (Medien-) Auskünften auf lokaler Ebene über das Projekt und den Projektablauf

3.2. Projektablauf

Die Projektdauer betrug 19 Monate zwischen Oktober 2008 und April 2010. Im April 2009 wurde ein Konzept-Bericht verfasst (Robin & Vogel 2009a). Um alle am Projekt beteiligten Stellen kontinuierlich auf dem gleichen Informationsstand zu halten, wurden die jeweils aktuellen Wissens- und Arbeitsstände in drei Zwischenberichten dokumentiert (Robin & Vogel 2009b,c,d). Darin wurde die Ausgangslage dokumentiert, die Organisationsstruktur, der Ablauf und die Zuständigkeiten im Projekt festgehalten sowie eine erste Auswahl möglicher Präventionsmassnahmen vorgeschlagen. In verschiedenen Arbeitssitzungen mit Vertretern des BAFU-JAWIWA und kantonaler Amtsstellen wurden die Zuständigkeiten geklärt und mögliche Massnahmen auf ihre Anwendbarkeit in der Fischereipraxis und ihre Vereinbarkeit mit der Gesetzgebung überprüft. Auf Einladung der Jagd- und Fischereiinspektoren der Westschweiz erfolgte eine Information dieses Fachgremiums, und in einer weiteren Veranstaltung wurde eine Delegation der am Neuenburgersee tätigen Berufsfischer über das Projekt informiert.

Die Feldversuche wurden in enger Zusammenarbeit mit einem Berufsfischer in Hauterive (NE) realisiert.

4. Ausgangslage

4.1. Aktuelle Situation der Kormoranbestände in der Schweiz

Die Ausgangslage zum Kormoranvorkommen in der Schweiz und die Populationsentwicklung am Neuenburgersee bis 2007 sind von Robin & Graf (2008), gestützt auf Daten der Schweizerischen Vogelwarte, Sempach, detailliert aufgearbeitet worden. Hier soll deshalb die Entwicklung nur kurz zusammengefasst und zudem der aktuelle Stand aufgezeigt werden.

Der Kormoran ist in der Schweiz ein häufiger Durchzügler und Wintergast. Die Zahl der übersommernden Individuen ist im Vergleich zu den Winterbeständen relativ klein. Im Jahr 2000 wurde bei Bern das erste Mal eine Brut dieser Art in der Elfenau/BE festgestellt, die jedoch entwichenen Zoovögeln zugeschrieben wurde. Nachdem 1997 erstmals Kormorane am Bodensee gebrütet hatten, schritten 2001 die ersten zwei Paare am Fanel/Neuenburgersee zur Brut (Rapin 2003).

Zu den Beständen im Jahresverlauf gibt es schweizweit keine systematischen Zählungen. Die Ergebnisse aus der Ortspentadenmaxima - Datenbank der Vogelwarte widerspiegeln die Phänologie aber gut. Da diese Daten Mittelwerte sind und nicht systematisch erhoben wurden, dürfen sie nicht als tatsächliche Individuenzahlen interpretiert werden (Keller 2009, briefl.).

4.1.1. Sommervorkommen

Der Kormoranbestand im Sommer setzt sich zusammen aus brütenden Vögeln, den in den Kolonien heranwachsenden Juvenilen und nicht am Brutgeschehen beteiligten Adulten und Immaturen (Robin & Graf 2008). In jüngerer Zeit zeichnet sich ab, dass die Zahl durch die Schweiz migrierender Vögel zunimmt, und Kormorane zudem vermehrt über den Sommer hier bleiben (Abb.2). Die Zunahme von Übersommerern steht in Zusammenhang damit, dass sich die Quellpopulationen in Nordeuropa dichtabhängig stabilisiert haben (Frederiksen & Bregnballe 2000a, 2000b), und Kormorane aus diesen Regionen aufgrund der innerartlichen Konkurrenz neue Bruthabitate besiedeln müssen. Vor allem Erstbrüter aus solchen dicht besetzten Kolonien erschliessen auch weit entfernte neue Lebensräume (Schjørring et al. 2000; Frederiksen & Bregnballe 2000a, 2000 b). Der Druck auf die Alpenrandseen als Sommerlebensraum nimmt damit voraussichtlich zu (Robin & Graf 2008).

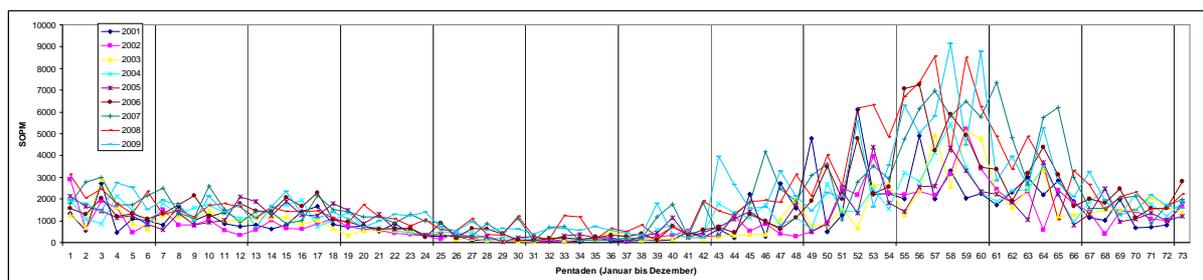


Abb. 2: Ortspentadenmaxima in den Jahren 2001 bis 2009. Die Werte sind keine Individuenzahlen sondern sog. SOPM = Summe der Ortspentadenmaxima (Daten: © 2010 Schweizerische Vogelwarte).

Brutvorkommen

Kormorane bevorzugen bei der Wahl der Koloniestandorte untiefe Gewässerregionen (Rutschke 1998). Diese Präferenz zeigt sich auch bei den Standorten der Schweizer Kolonien.

Die Erhebungen der Schweizerischen Vogelwarte Sempach zeigen, dass der Brutbestand in der Schweiz zwischen 2007 und 2009 um rund 200 Brutpaare angewachsen ist (Keller 2008, Keller & Gerber 2009). Die Brutkolonien entwickelten sich jedoch sehr unterschiedlich. Dabei fällt auf, dass vor allem die Kolonien Champ-Pittet am Neuenburgersee und Riediker/Rällikerried am Greifensee überdurchschnittlich schnell angewachsen sind. Hingegen wurden die beiden kleinen Brutplätze am Vierwaldstättersee und am Aare- Stausee Niederried aufgegeben (Tab. 1; Abb. 3 + 4).

Tab. 1: Entwicklung der Brutvorkommen in den letzten zwei Jahren (© 2009 Schweizerische Vogelwarte)

Gewässer	Koloniestandort	Koloniegründung	Besetzte Nester 2007	Besetzte Nester 2008	Besetzte Nester 2009
Lac de Neuchâtel:	Fanel BE/NE	2001	232 (NE 204, BE 28)	242 (NE 210, BE 32)	259 (NE 216, BE 43)
Lago maggiore:	Bolle di Magadino TI	2005	62	81	68
Zugersee:	Risch ZG	2005	22	23	29
Lac de Neuchâtel:	Champ-Pittet VD	2007	10	50	130
Greifensee:	Riediker/Rällikerried ZH	2007	4	9	40
Baldeggersee	Stäfligen LU	2007	5	18	21
Aare:	Stausee Niederried BE	2007	3	2	0
Vierwaldstättersee:	Alpnacherried OW	2008	0	1	0
Brutbestand Schweiz (Brutpaare)			338	426	547

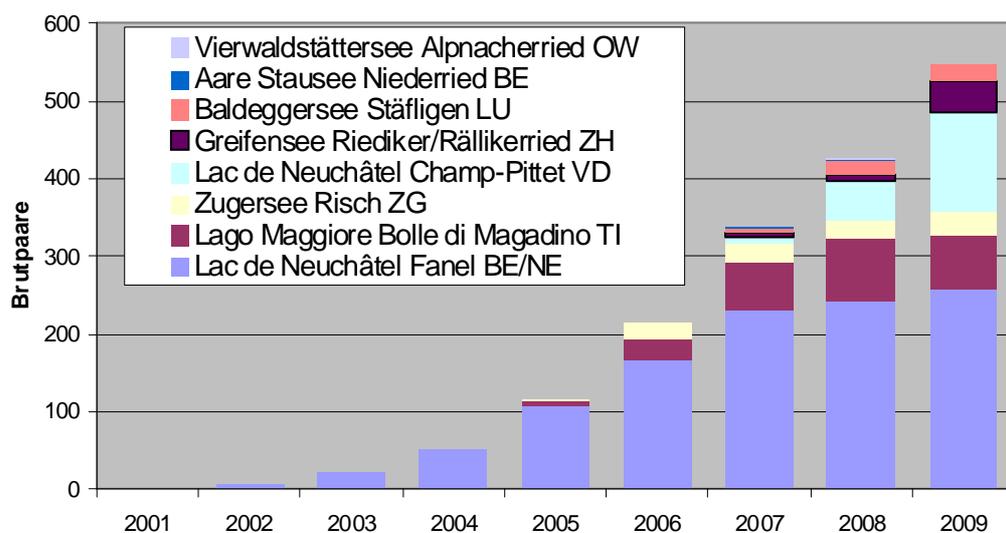


Abb. 3: Entwicklung der Brutkolonien in der Schweiz 2001-2009 (© 2009 Schweizerische Vogelwarte)

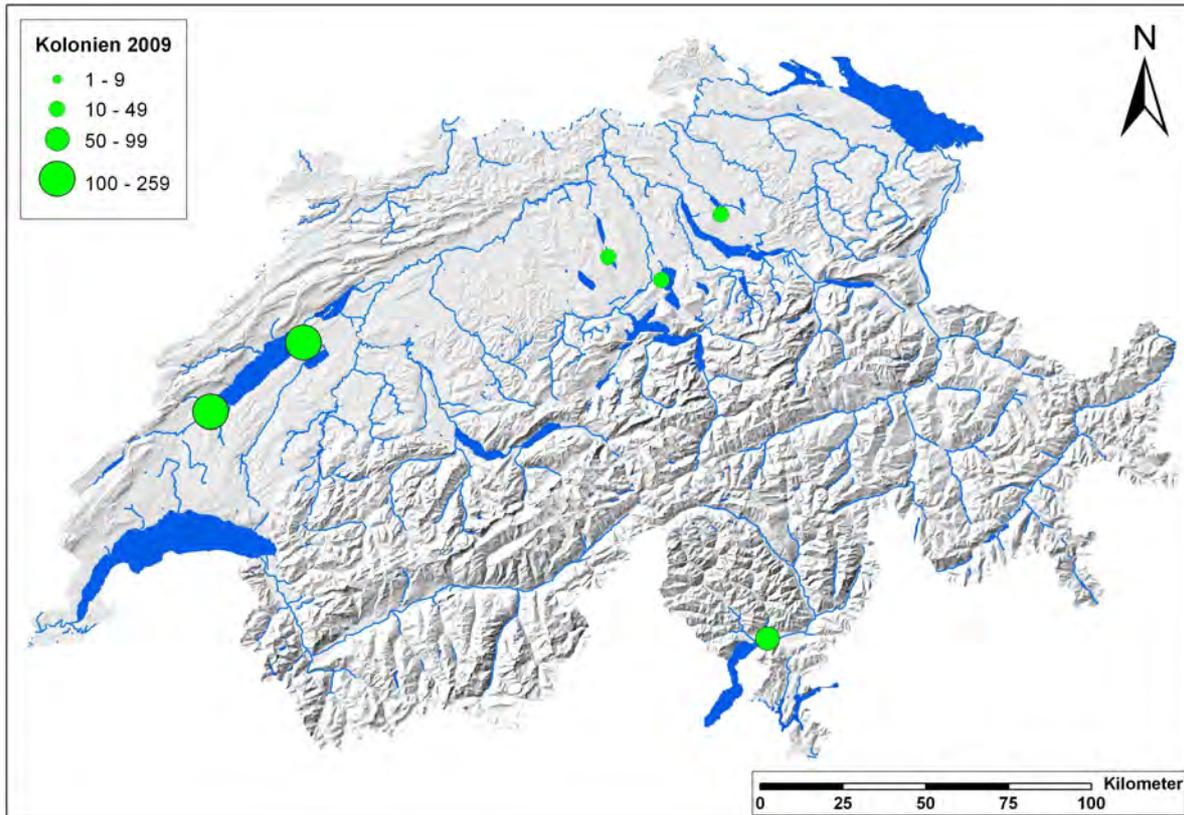


Abb. 4: Geografische Lage der Kormoran- Brutvorkommen in der Schweiz im Jahr 2009. Die Grösse der Symbole ist proportional zur Grösse der Kolonien (Daten: © 2009 Schweizerische Vogelwarte; WILMA-GIS).

Nichtbrütende Übersommerer und Vögel auf dem Zug

Das Kormoranvorkommen in der Schweiz ist Teil eines offenen, gesamteuropäischen Populationssystems und lässt sich gegenüber anderen Vorkommen nicht klar abgrenzen (Robin & Graf 2008). Zudem lassen sich adulte nichtbrütende Übersommerer im Feld nicht von Brutvögeln unterscheiden. Deshalb ist es abseits der Nester nicht möglich, den Anteil Nichtbrütender abzuschätzen. Folglich gibt es dazu auch keine schweizweite Erhebung.

Im Zugverhalten der Kormorane scheint sich eine Veränderung abzuzeichnen: Der Zug im Herbst setzt früher ein, erreicht aber wie bis anhin im Oktober seinen Höchststand. Auffällig ist nun die Tendenz, dass die Zahl anwesender Kormorane Mitte Oktober kurzzeitig kleiner werden, um dann wieder rasch anzusteigen. Diese Entwicklung weist darauf hin, dass die Bedeutung der Schweiz als Zwischenquartier für Kormorane, die sich auf dem Zug weiter Richtung Süden in den Mittelmeerraum befinden, wächst. Nach Auffassung von Robin & Graf (2008) nimmt mit der Zunahme migrierender Vögel auch die Zahl potenzieller Brutvögel zu. Dabei ist nicht abzuschätzen, wie viele dieser Migranten tatsächlich verbleiben und sich am Brutgeschehen beteiligen. Da die Geschlechtsreife von Kormoranen im dritten oder vierten Jahr eintritt, lässt sich die Bestandesentwicklung in der Schweiz jedenfalls nicht mit hier herangewachsenen Tieren erklären, sondern nur mit Immigration brutreifer Vögel. Aufgrund des Migrationsmusters (Robin & Graf 2008, dort Abb. 4 und 5) ist anzunehmen, dass diese Zuzüger aus nordeuropäischen Kolonien stammen.

4.1.2. Wintervorkommen

Kormorane überwintern seit Jahrzehnten in der Schweiz (Bauer & Glutz von Blotzheim 1966; Suter 1995, 1989; Schifferli et al. 2005; Schifferli et al., subm.). Der Überwinterungsbestand hat sich seit Mitte der 90-er Jahre des letzten Jahrhunderts auf einem Niveau von knapp 6000 Individuen stabilisiert. Die neusten Zählungen im November 2008 und Januar 2009 fügen sich in diesen Trend ein (Abb. 5).

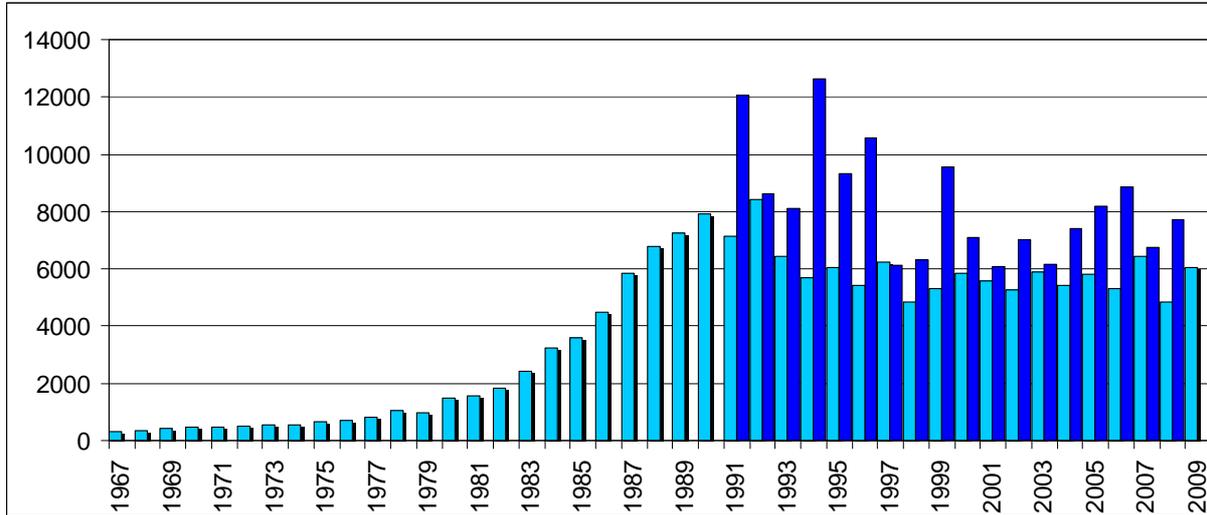


Abb. 5: Januarbestände (Hellblau) und Novemberbestände (Dunkelblau) des Kormorans in der Schweiz. (Daten: © 2010 Schweizerische Vogelwarte und Antoniazza 2009).

4.2. Kormoranvorkommen am Neuenburgersee

Erhebungen zum Kormoranvorkommen am Neuenburgersee über das ganze Jahr decken das Südufer und die beiden Seeenden ab (Abb.6). Allmonatlich erfasst werden dabei die Bereiche zwischen Grandson und Pointe de Marin, wo sich der grösste Teil der Kormorane aufhält. Der saisonale Auftretensverlauf in diesem Gebiet kann - mit Vorbehalt - als typisch für den ganzen See betrachtet werden (Keller 2009, briefl.).

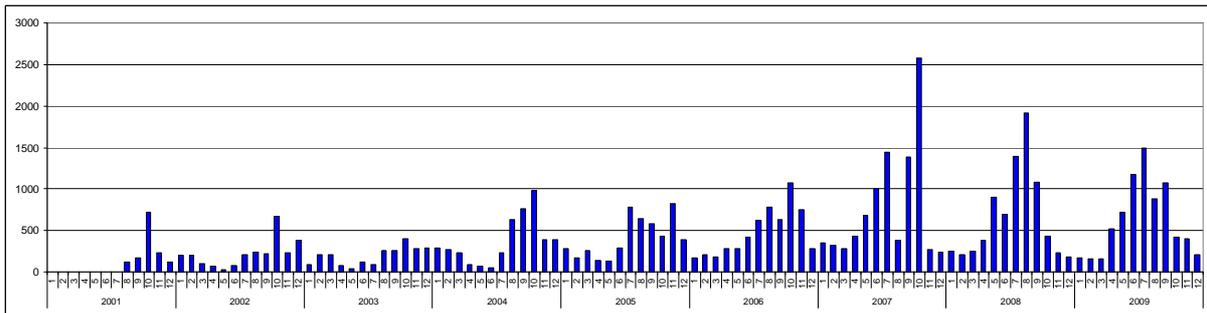


Abb. 6: Kormoranvorkommen am Neuenburgersee - Südufer (Grandson bis zur Pointe de Marin); Herbst 2001 bis Dezember 2009. (Daten © 2010 Schweizerische Vogelwarte und Antoniazza 2009).

4.2.1. Sommervorkommen

Die Sommerbestände zwischen April und Juli/August zeigen über die Jahre trotz ähnlichem Muster deutliche Unterschiede in der saisonalen Präsenz, die vermutlich nicht nur das Wachstum des Brutvorkommens abbildet, sondern auch unterschiedliche Migrationsverläufe hier rastender Durchzügler.

4.2.2. Brutvorkommen

Am Neuenburgersee sind die beiden Brutkolonien Fanel und Champ Pittet zwischen 2008 und 2009 um 17 auf 259 beziehungsweise um 80 auf 130 Brutpaare angewachsen (Abb. 3, Tab. 1). Der gesamte Brutbestand 2009 lag somit bei 389 Brutpaaren. Seine Entwicklung scheint den von Robin & Graf 2008 getroffenen Annahmen zu folgen. Auffällig ist, dass die grössere, seit 2001 bestehende Kolonie auf den Fanel-Inseln seit 2007 nur noch langsam wächst, während die erst 2007 gegründete Kolonie bei Champ Pittet weiterhin sehr schnell grösser wird. Am Fanel dürfte der begrenzte Platz auf den Inseln limitierend auf die Anzahl Brutpaare wirken. Residente Brutpaare verbleiben mit grosser Wahrscheinlichkeit am vertrauten Brutort (Bregnballe 1995). Brutwillige Neankömmlinge, die in der Fanelkolonie keinen Platz finden, weichen vermutlich auf die Kolonie Champ Pittet aus. Doch können auch Mehrfachbrüter ihre Quellkolonien verlassen; sie siedeln sich dann mehrheitlich in Kolonien in der Nachbarschaft an (Frederiksen & Bregnballe 2000a, b, Schjørring et al. 2000).

4.2.3. Wintervorkommen und Durchzugsspitzen

In den Jahren 2005 und 2006 erschienen im November am Neuenburgersee auffallend viele Kormorane. Die Erhebungen im Januar lagen wieder im zuvor bekannten Bereich (Abb. 7). Die vorübergehend zahlreicheren Kormorane befanden sich vermutlich auf dem Weg nach Süden ans Mittelmeer (Robin & Graf 2008). Diese Entwicklung setzte sich in den Jahren 2007 und 2008 nicht fort. Sowohl die Januar- als auch die Novemberbestände erreichten 2008/2009 den tiefsten Stand seit 2002/2003. Im Jahr 2009 waren die Novemberbestände zwar wieder überdurchschnittlich hoch, erreichten aber nicht annähernd die Werte von 2005/06. Die Januarzählungen ergaben seit Beginn dieses Jahrtausends mit 200 und 300 Individuen relativ stabile Werte.

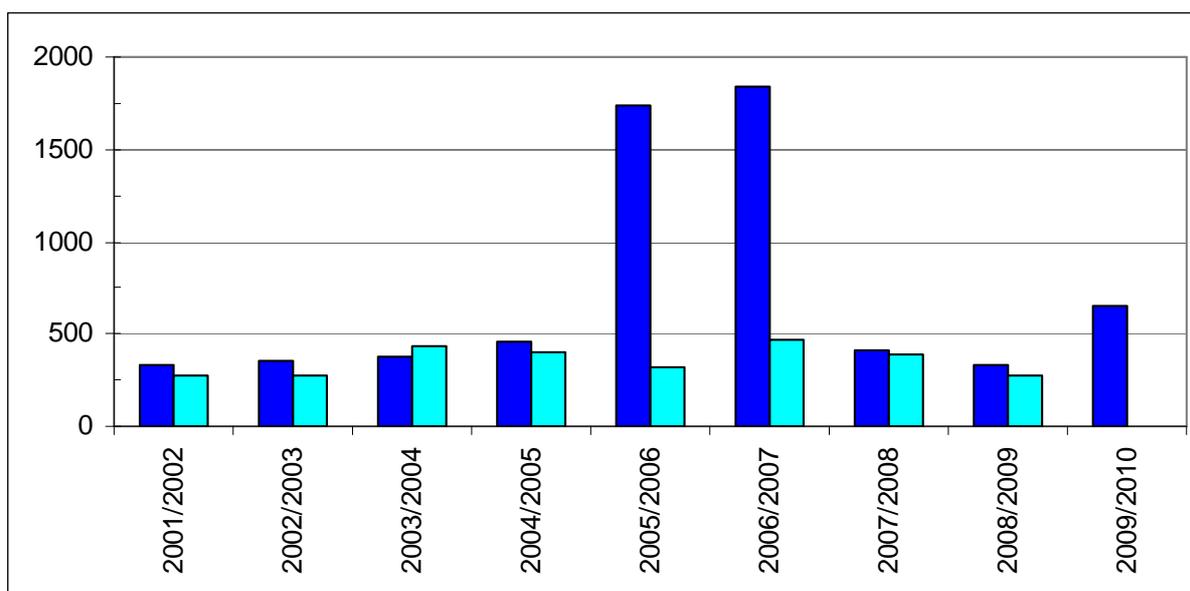


Abb. 7: Werte zu den Kormoranvorkommen im November (dunkelblau) und Januar (hellblau) am ganzen Neuenburgersee (Daten: © 2010 Schweizerische Vogelwarte und Antoniazza 2009)

4.3. Situation der Berufsfischerei am Neuenburgersee

4.3.1. Struktur und Erträge

Pedroli (2007) zeichnet von der Berufsfischerei am Neuenburgersee folgendes Bild: Insgesamt üben 41 Fischer diesen Beruf aus und teilen sich 37 Vollzeitstellen (8 Halb- und 33 Vollzeitstellen; Stand 2007). Der Fangertag betrug in den Jahren 2004 bis 2006 im ganzen See durchschnittlich 261'000 kg Fisch, was einen Flächenertag von 12.1 kg/ha ergibt. Die Fänge entsprechen damit dem Schweizer

Durchschnitt. Der Fang setzt sich hauptsächlich aus Felchen *Coregonus sp.* (68%) und Flussbarschen *Perca fluviatilis* (13%) zusammen. Die übrigen Fischarten mit hohem Verkaufswert wie Hecht *Esox lucius*, Seesaibling *Salvelinus alpinus* oder Seeforelle *Salmo trutta lacustris* haben nur einen geringen Anteil am Fang (< 3 %).

Der Marktwert des durchschnittlichen Jahresfangs betrug in den Jahren 2004-2006 gesamthaft CHF 1.84 Mio. bei Ganzfischverkauf bzw. CHF 3.68 Mio. nach Weiterverarbeitung durch Filetieren und Räuchern. Da die meisten Berufsfischer ihren Fang weiterverarbeiten, liegt der zweite Betrag näher am tatsächlichen Marktwert. Gestützt darauf beträgt das Jahresbruttoeinkommen eines Fischers bei Weiterverarbeitung des Fangs durchschnittlich CHF 100'000.

Die Berufsfischer bezahlen den Anrainerkantonen des Neuenburgersees jährliche Lizenzgebühren von total CHF 34'850, was dem Schweizer Durchschnitt entspricht. Der Marktwert des Jahresfangs ist im Verhältnis zu den bezahlten Gebühren relativ hoch. Für die Erneuerung des Fangmaterials wendet jeder Fischereibetrieb pro Jahr durchschnittlich CHF 20'000 auf (Pedroli 2007). Der grösste Teil der Fischereien sind Kleinstbetriebe. Oft arbeiten in einem Betrieb nebst dem Berufsfischer nur noch ein bis zwei Familienangehörige oder Hilfskräfte auf Abruf. Nur wenige Betriebe sind Zusammenschlüsse mehrerer Berufsfischer-Patentinhaber innerhalb derselben Familie mit einigen Angestellten.

Am Neuenburgersee werden hauptsächlich fünf verschiedene Netztypen sowie Reusen eingesetzt. Verwendet werden:

- verankerte Grundnetze (2 Typen)
- verankerte Schwebenetze
- treibende Schwebenetze
- spezielle Rundnetze (sog. *Senne*; nur noch von wenigen Fischern eingesetzt)

4.3.2. Behörden und Gesetzgebung

Die drei Anrainerkantone Freiburg, Waadt und Neuenburg haben sich zu einem Konkordat zusammen geschlossen, der vierte anstossende Kanton Bern hat sein Fischereiregal an den Kanton Neuenburg abgetreten. Das Konkordat dient dazu, die Fischerei mit ihren Teilaspekten Recht, Ausübung, Bewirtschaftung und Aufsicht auf dem Neuenburgersee einheitlich zu regeln. Eine interkantonale Kommission, die sich aus den für die Fischerei zuständigen Staats- oder Regierungsräten zusammensetzt, übt die Oberaufsicht über die Fischerei im See aus. Weiter bilden die Fischereiinspektoren der drei Konkordatskantone eine technische Kommission. Diese Kommission bereitet die verschiedenen Dokumente für die Fischerei (insb. Reglemente usw.) vor. Ihre Kompetenzen sind in Art. 50 des Konkordats zusammengefasst (Anon. 2003). Zu ihren wichtigsten Aufgaben gehören die Organisation der Besatzmassnahmen (Fischzucht und Laichfischfang) sowie das Ergreifen von provisorischen, von den üblichen Bestimmungen abweichenden Ausführungsmassnahmen. Diese provisorischen Verfügungen dienen dazu, kurzfristig auf festgestellte Veränderungen in den Fischpopulationen reagieren zu können. So kann beispielsweise die Mindestmaschenweite angehoben werden, wenn zu viele immature Fische gefangen werden.

4.4. Konflikt Kormoran/Berufsfischerei

4.4.1. Räumliche Komponente

Kormorane gelten als Opportunisten, welche die Beute dort holen, wo sie im Kosten-Nutzenverhältnis günstig zu erreichen ist (Suter 1993, Keller 1998). Dieses Verhalten ist deshalb bedeutungsvoll, weil die Art beim aktiven Tauchen viel Energie investiert (Schmid et al. 1995, Keller & Visser 1999). Tatsächlich zeigte sich in Dänemark, dass Kormorane beim Nahrungserwerb in Gewässern von 20 m Tiefe die flachgründigen Bereiche bevorzugen (Rutschke 1998). Bei der Beurteilung des Gefährdungsgrads von Fischereigeräten (Netze und Reusen) ist deshalb davon auszugehen, dass keine gleichmässige Verteilung von Kormoranattacken und Materialschäden vorliegt.

Ein wesentlicher Gefährdungsfaktor ist die Tiefe, in der die Geräte gesetzt sind. Kormorane verfügen über eine limitierte Tauchtiefe (siehe Kasten 2 Abschnitt 5.4). Deshalb ist es praktisch ausgeschlossen, dass Geräte, die tiefer als 25 Meter gesetzt sind, von Kormoranen aufgesucht werden. Umgekehrt ist anzunehmen, dass Geräte umso exponierter sind, je näher sie an der Wasseroberfläche gesetzt werden. Ausgehend von dieser Annahme haben wir ein einfaches Tiefenmodell des Neuenburgersees erstellt (Abb. 8). Es zeigt, dass die Region Bas-Lac im nordöstlichen Teil des Neuenburgersees potentiell stark für Schäden exponiert ist. Hier überlagern sich mehrere für den Kormoran günstige Faktoren:

- die Nähe zur Kolonie im Fanel
- grosse Bereiche mit geringer Wassertiefe und
- damit gute Erreichbarkeit von Fischen

Ähnlich ist die Situation auf der Untiefe von „La Motte“, wo sich vom Seegrund her ein Unterwasserberg erhebt und in einer Wassertiefe von 7 m gipfelt. Hier spitzt sich die Situation insbesondere im Winter zu, wenn Felchen den Ort zum Laichen aufsuchen und die Berufsfischer hier ihre Netze für den Laichfischfang ausbringen. Im Freiwasser (>30 m) sind Schwebenetze nur gefährdet, wenn sie in weniger als 25 m Tiefe gesetzt sind. Wie wir durch Befragung in Erfahrung gebracht haben, sind solche Schäden aber selten.

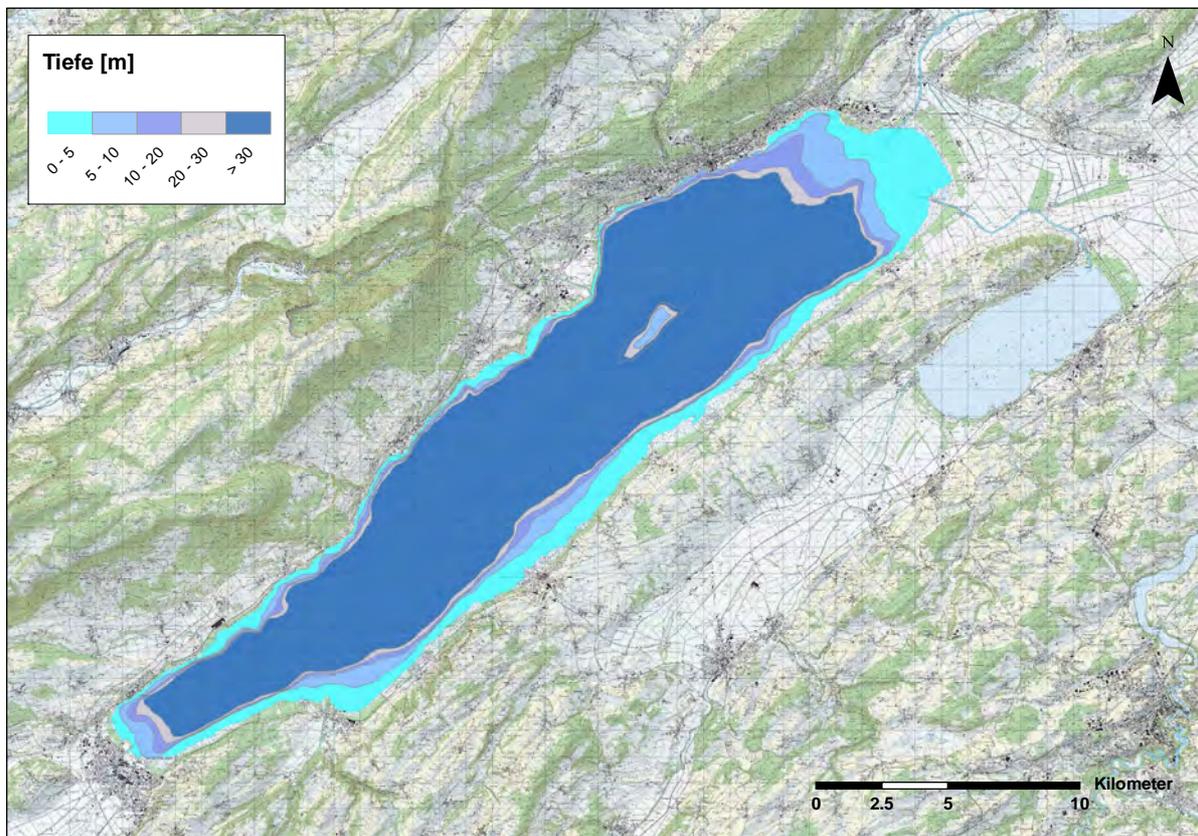


Abb. 8: Tiefenmodell des Neuenburgersees. Netze, die in den Tiefenstufen 0-5 m und 5-10 m ausgebracht werden, sind für Kormoranangriffe besonders exponiert. In den Tiefenstufen 10-20 m und allenfalls auch 20-30 m sind Schäden zwar möglich, aber wenig wahrscheinlich, ab 30 Meter sind sie ausgeschlossen.

4.4.2. Schadenssituation

Pedroli (2007) hat die von Kormoranen verursachten Schäden am Neuenburgersee erhoben und befragte dazu im Auftrag des BAFU sieben Berufsfischer. Gestützt auf diese Auskünfte errechnete er die Schadenssituation. Bei dieser Schadenskalkulation wurden Fischentnahmen, verletzte und daher unverkäufliche Fische, sowie Materialschäden an den Netzen berücksichtigt. Die befragten Berufsfischer gaben jeweils an, wie hoch sie den Anteil betroffener Fische und betroffener Netze schätzen. Gestützt auf den durchschnittlichen Jahresertrag beziehungsweise den durchschnittlichen jährlichen Aufwand für die Erneuerung der Fischereigeräte wurde dann die Schadenssumme berechnet. Daraus resultierten jährliche Schäden in der Höhe von insgesamt CHF 120'000 bis 210'000 für alle Berufsfischer am Neuenburgersee. Pro Fischereibetrieb wurden finanzielle Einbussen zwischen CHF 3'250 und CHF 5'700 (je nach Endverarbeitung) berechnet. Im Mittel waren 6% der Netze von Schäden betroffen, und durchschnittlich 4.5% der gefangenen Fische wurden durch Kormorane verletzt. Weitere Details dazu finden sich bei Pedroli (2007).

Am Bodensee wurde die Schadenssituation in den Jahren 1996 bis 2003 von Egloff & Krämer (2004) durch Erhebungen an Fischernetzen im Winter (November bis März) geprüft. Auch hier wurden fehlende und verletzte Fische sowie Materialschäden in die Schadensberechnung einbezogen. Anders als bei Pedroli (2007) waren aber nicht Anteile am Gesamtfang oder Aufwendungen für Netzerneuerungen die Berechnungsgrundlage; gerechnet wurde mit fixen Beträgen von CHF 20.- pro Netzloch und CHF 4.- pro verletzten Fisch. Die Autoren gingen davon aus, dass von Kormoranen verursachte Löcher eindeutig identifizierbar sind und rechneten ausserdem damit, dass jedes festgestellte Loch einem fehlenden Fisch entspricht. Aus der Analyse von den Ergebnissen, welche 10 beteiligte Fischer über die gesamte Versuchszeit erhoben hatten, wurde errechnet, dass die jährliche Schadenssumme pro Berufsfischer im Schnitt CHF 2'613 beträgt.

Die Resultate beider Analysen sind aus methodischer Sicht kritisch zu beleuchten. Pedroli (2007) hatte keine eigentliche Datenerhebung an den Fischereigeräten durchgeführt, sondern sich bei seinen Berechnungen auf Einschätzungen von sieben befragten Berufsfischern abgestützt. Diese Einschätzungen sind selbst bei den Berufsfischern am Neuenburgersee nicht generell anerkannt.

Bei den Berechnungen von Egloff und Krämer (2004) liegt die Annahme zugrunde, dass alle Löcher im Netz zweifelsfrei dem Kormoran als Verursacher zugewiesen werden können. Unsere Erfahrungen während der Feldversuche stimmen uns diesbezüglich kritisch (siehe Abschnitt 5.5.2). Die Abfolge

1 Loch = 1 fehlender Fisch = CHF 24.- Schaden (Loch CHF 20.-, Fisch CHF 4.-)

scheint uns deshalb problematisch. Zudem ist der Ansatz von CHF 20.- pro Loch hoch angesetzt. Bei einem Ankaufspreis von CHF 300 bis 400 pro Netz wäre es unter dieser Annahme mit 10 bis 20 Löchern „amortisiert“ und müsste als unbrauchbar betrachtet werden. Ein Netz mit diesen Schäden wird in der Praxis aber weiterhin eingesetzt.

5. Material und Methoden

5.1. Die Versuchsregion

Alle Datenerhebungen erfolgten in der Region Bas-Lac im nordöstlichen Teil des Neuenburgersees. Zwischen den beiden Hauptversuchsperioden im Sommer und Winter bestanden - aufgrund der in der jeweiligen Saison üblichen Fischereipraxis (siehe Kasten 1) - einige Unterschiede in der geografischen Platzierung. Während die Versuche mit den Flussbarschnetzen im Sommer in einer einzigen, relativ eng begrenzten Region ausgeführt wurden, wählten wir für den Laichfischfang drei unterschiedliche Fangplätze. Diese lagen am Nord- bzw. Nordostufer sowie auf der weiter westlich gelegenen Untiefe „La Motte“ (Abb. 9).

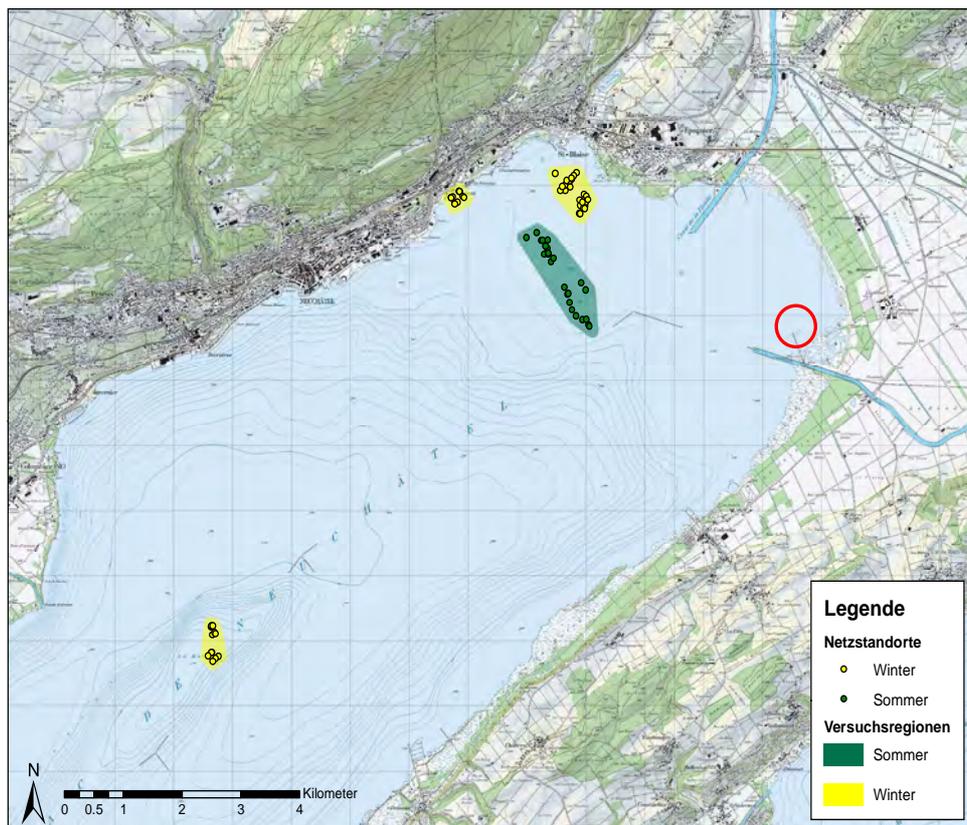


Abb. 9: Standorte der Versuchsnetze in der Sommer- und Winter-Versuchsperiode. Die Kormorankolonie am Fanel ist rot eingekreist.

Kasten 1

Die Fangplatzwahl der Berufsfischer hängt zum einen von der Fischart ab, die befischt werden soll, zum andern auch stark von der Jahreszeit und dem Wetter. So wird während der Flussbarschfischerei im Sommer relativ stationär gefischt, da sich die Flussbarsche immer etwa in derselben Region aufhalten. Ganz anders verhält es sich während des Felchen-Laichfischfangs im Dezember: Die Laichplätze der Felchen sind örtlich begrenzt. Oft ist deshalb ein Platz nach einigen Tagen „leer gefischt“, und die Netze müssen zumindest für eine Weile an einem anderen Ort ausgebracht werden. Da die Netze in sehr geringer Tiefe und sehr nahe am Ufer gesetzt werden, sind sie anfällig auf starken Wind. Strömungen und Wellen können die Netze mit Algen füllen oder diese beschädigen. Je nach herrschender Windrichtung muss folglich der Fangplatz kurzfristig neu gewählt werden. Der wohl wichtigste Laichplatz der Felchen befindet sich mitten im See auf der Untiefe „La Motte“. Da Kormorane bei „La Motte“ im Vergleich zum Ufer wenig gestört sind, treten nach übereinstimmenden Aussagen der Berufsfischer Kormoranschäden hier konzentriert auf.

5.2. Im Test verwendetes Fangmaterial

Von Kormoranschäden sind sowohl Schwebenetze als auch Grundnetze bis in eine Tiefe von ca. 25 Meter betroffenen (vgl. Kasten 2 Abschnitt 5.4). Im Sommerhalbjahr treten Schäden vor allem an Netzen auf, die zum Flussbarschfang in geringer Tiefe und/oder nahe am Ufer gestellt sind (Pedroli 2007). Schäden treten auch im Dezember während dem Felchen-Laichfischfang auf. Für unsere Feldversuche setzten wir Grundnetze in Ufernähe ein. Die Wahl dieses Netztyps hatte folgende Gründe:

- Die Grundnetze sind technisch verhältnismässig einfache Einrichtungen und können mit vertretbarem Aufwand gesetzt und gehoben werden.
- Die Grundnetze werden im Rahmen der üblichen Handhabung zur Fischentnahme täglich zurück ans Ufer geholt, wo die Erhebung von Schäden möglich ist.
- Das Setzen der Netze in Ufernähe ermöglicht die Beobachtung der Reaktion der Kormorane auf Präventionsmassnahmen vom Ufer aus. Eine Beobachtung von einem Boot aus stellte hingegen einen zusätzlichen Einflussfaktor auf das Verhalten der Kormorane dar, und die Ergebnisse der Beobachtungen wären beeinflusst.

Schwebenetze wurde aus den folgenden Gründen nicht eingesetzt:

- Die Verwendung aller Schwebenetz-Typen setzt eine aufwändige Verankerung voraus; ihre Handhabung ist kompliziert und das Setzen zeitintensiv.
- Schäden an Netzen können während der täglichen Handhabung nicht geprüft werden, weil gehobene Netze unmittelbar nach der Fischentnahme wieder gesetzt werden.
- Aufgrund der grossen wirtschaftlichen Bedeutung des Felchenfangs bleibt den Berufsfischern aus ökonomischen Gründen kaum Zeit, um vom Normalprozess abzuweichen.

Tab. 2: Technische Angaben zu den eingesetzten Versuchsnetzen

Typ	Netzart	Maschenweite	Fadenstärke	Länge	Höhe	Bebleiung
1	Flussbarsch-Grundnetz	24 mm	0.10 mm	100 m	2 m	4 Kg/100m
2	Felchen-Grundnetz zum Laichfischfang	45 mm	0.14 mm	100m	2 m	4 Kg/100m

Zusätzlich wurden im Sommer bei Flussbarschreusen an vier Tagen (24.7., 28.7., 29.7., 14.8.2009) stichprobenartig die verletzten Fische gezählt. Diese Zählung erfolgte jeweils, wenn die Reusen im Rahmen der üblichen Fischereipraxis gehoben wurden.

5.3. Getestete Präventionsmassnahmen

5.3.1. Unsichtbare Bojen



Abb. 10: Transparente Boje mit Rotweisser Markierung als Kompromiss zwischen "Unsichtbarer Boje" und Erkennbarkeit für die Schifffahrt (© Michael Vogel)

Grund für Auswahl

Fischernetze müssen für die Schifffahrt erkenntlich sein, weshalb gesetzlich vorgeschrieben ist, wie die Markierung zu erfolgen hat. Erfahrungen aus der Praxis zeigen nun aber, dass sich auch Kormorane beim gezielten Aufsuchen der Netze zuerst an den Netzschwimmern orientieren, um danach den Verankerungsleinen entlang zu den Netzen zu tauchen (Wißmath et al. 1998; Krämer 2009, briefl.). Dieses Verhalten muss vor dem Hintergrund der Anatomie des Sehapparates der Kormorane betrachtet werden: Kormorane können dank aktiver Wölbung von Linse und Hornhaut beim Tauchen sowohl unter als auch über Wasser scharf sehen (Meyer 1977; Bohnet 2007). Diese Akkommodation ist jedoch anstrengend und nur für kurze Zeit aufrecht zu erhalten (Colicchia et al. 2000), da das Auge in Ruhe abgeflacht und somit auf das Sehen über

Wasser eingestellt ist (Bezzel & Prinzing 1990). Experimentelle Untersuchungen zeigen zudem, dass Kormorane Beute von ausserhalb des Wassers nicht erkennen (Strod et al. 2008) und sie unter Wasser erst auf relativ kurze Distanz fokussieren (White et al. 2007; Strod et al. 2008). Die Voraussetzung für den erfolgreichen Beuteerwerb ist somit nicht eine Fernerkennung, sondern eine Kombination aus perfekter Naherkennung der Beute und einer Jagdtechnik, die sich durch eine hohe Beweglichkeit und äusserst schnelle Reaktionen auszeichnet (White et al. 2007; Martin et al. 2008).

Die genannten Aspekte führten dazu, dass wir uns überlegten, ob und wie die Erkennbarkeit beziehungsweise Auffindbarkeit der Netze für Kormorane beeinflusst werden könnte. Der Ansatz war, Schwimmerfarbe, Leinenfarbe oder Leinendurchmesser zu variieren. Da die Variation von Farben sich als nicht sinnvoll erwies (vgl. Robin & Vogel 2009a), blieb die Verwendung von transparenten Bojen (Abb. 10) und dünnen Leinen als Erfolg verheissende Massnahme übrig. Ersteres sollte die Auffindbarkeit der Netze über, letzteres unter Wasser erschweren. Das Potenzial dieses neuen Ansatzes wurde auch von Krämer (2009, briefl.) bestätigt.

Technik

Der Einsatz dieser Massnahme erfordert nur geringfügige Anpassungen der üblichen Gerätschaften.

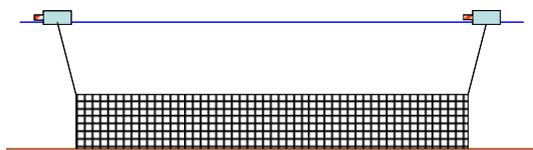


Abb. 11: Die Unsichtbaren Bojen wurden Anstelle der sonst üblichen Markierungsbojen an den Netzenden angebracht.

Anstelle der normalerweise als Bojen verwendeten farbigen Kunststoffkanister wurden handelsübliche transparente Kunststoffbidons (Trinkwasserspender) mit einem Volumen von 19 Litern eingesetzt (Abb.11). Der Hals der Bidons wurde auf einer Breite von 10 cm mit einem weiss-roten Markierband umwickelt. Dadurch sollte eine gewisse Sichtbarkeit der Bojen erhalten bleiben, um das Wiederauffinden zu erleichtern und Beschädigungen durch Schleppangler vorzubeugen.

Anstelle der üblichen ca. 8 mm dicken Nylonleinen wurde eine geflochtene weisse Kordel aus der Kunststofffaser Dyneema® mit 1.5 mm Durchmesser verwendet. Dieses Material verfügt bei kleinem Durchmesser über eine hohe Reissfestigkeit (178 Kg). Obwohl eine Monofilschnur im Wasser noch transparenter wäre, wurde von deren Verwendung abgesehen, weil Monofilschnüre - im Gegensatz zur Dyneemakordeln - wegen der glatten Oberfläche nicht auf der Netzwinde greifen und somit ein Einholen von Hand zwingend wäre. Dies entspricht jedoch nicht mehr der heute üblichen Fischereipraxis.

Handhabung

Das Ausbringen und Einholen transparenter Bojen mit dünneren Leinen verlief problemlos. Gegenüber der üblichen Fischereipraxis entstand keinerlei zeitlicher Mehraufwand. Für einen späteren Einsatz in der Fischereipraxis wären keine weiteren Veränderungen nötig.

5.3.2. Kormoranbojen



Abb. 12: Kormoranbojen im Einsatz auf dem Neuenburgersee. Im Hintergrund die Markierungsboje des Versuchsnetzes (© Michael Vogel)

Grund für Auswahl

Das Aufhängen von toten Artgenossen ist eine Massnahme, die traditionell - wenn auch mit geringem Erfolg - zur Abwehr von Krähschäden im Feldbau eingesetzt wird. Ob dieser Ansatz ein taugliches Mittel zur Kormoranabwehr ist, wurde unseres Wissens bisher nicht untersucht. In der Literatur finden sich aber einige Hinweise, die diese Hypothese stützen: Barras & Godwin (2005) beobachteten eine Schreckwirkung von Attrappen toter oder verletzter Tiere auf Kormorane, führten jedoch diesbezüglich keine systematischen Tests durch. Bauer & Glutz von Blotzheim (1966) beschreiben den Koloniebrüter und Gemeinschaftsjäger Kormoran als Vogel mit einem ausgeprägten Sozialverhalten auch über die Brutzeit hinaus.

Um unsere Hypothese weiter zu prüfen, wurde ein Vorversuch im Natur- und Tierpark Goldau realisiert. Dabei wurde die Wirkung von Attrappen toter Kormorane auf die dort im Gehege lebenden Kormorane qualitativ getestet. Verwendet wurden sowohl ein ausgestopfter Kormoranbalg als auch ein Attrappe aus Holz. Es zeigte sich, dass die Versuchstiere auf beide Objekte reagierten und sich in unmittelbarer Umgebung von der Nahrungsaufnahme abhalten liessen. Uns war klar, dass sich diese Reaktionen nicht unmittelbar auf die Situation in der Natur übertragen lassen; dennoch waren sie Anstoss dafür, diese Methode auch auf dem Neuenburgersee zu testen.

Technik

Auf dem Markt sind keine lebens echten Imitationen von Kormoranen erhältlich. Die Herstellung naturgetreuer Attrappen aus Kunststoff oder Holz ist sehr aufwändig und daher entsprechend kostenintensiv. Da sich ein solcher Aufwand ohne die Gewissheit über die Tauglichkeit der Abwehrmassnahme kaum rechtfertigen liess, wurden nach Alternativen zur Herstellung von Prototypen gesucht. Als Lösung bot sich an, Bälge erlegter Kormorane zu verwenden. Die Bälge wurden vom Amt für Natur, Jagd und Fischerei des Kantons St. Gallen zur Verfügung gestellt. Die Kormorane waren in Vergrämungsaktionen am Linthkanal über die vergangenen Jahre hinweg erlegt worden. Um eine Schwimmfähigkeit der Bälge zu erreichen, wurden sie mit 1.5 Liter PET-Flaschen und Polystyrol (Styropor) ausgestopft und anschliessend zugenäht. Die Flügel wurden mit Hilfe eines Drahtes in ausgebreiteter Stellung fixiert. Das Ziel der Präparation war, möglichst naturgetreue Imitationen toter Kormorane nachzubilden, dies um auszuschliessen, dass ein zu geringer Detaillierungsgrad die Wirkung der Präparate beeinflusst.

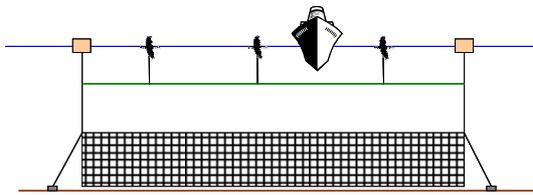


Abb. 13: Die Montage der Kormoranbojen mit einer horizontalen Bleileine ermöglichte die Durchfahrt von Schiffen (oben). Die ausgestopften Kormoranbojen im Detail (Mitte) sowie die gesamte Installation mit Markierungsbojen, Anker, Bleileine und Kormoranbojen bereit zum Ausbringen (unten)(© Michael Vogel)

Die Kormoranbojen wurden im Abstand von 10 Metern mit Karabinerhaken an einer Bleileine befestigt, die zwischen den beiden Markierungsbojen des Versuchsnetzes angebracht wurde (horizontal). Zwischen jeder einzelnen Kormoranboje und der Bleileine wurde eine drei Meter lange Nylonschnur angebracht (vertikal). Diese Konstruktion führte dazu, dass die horizontale Leine drei Meter unter der Wasseroberfläche zu liegen kam. Dadurch können Schiffe das Versuchsnetz kreuzen, ohne die Kormoranbojen mit sich zu reissen (Abb 13 oben). Die Netzenden wurden mit je einem 4 Kg Danforth-Anker versehen, um ein Zusammenklappen des Netzes zu verhindern. Diese Gefahr bestand, weil die Leine mit den Kormoranbojen bei Wind einen entsprechenden Zug verursacht.

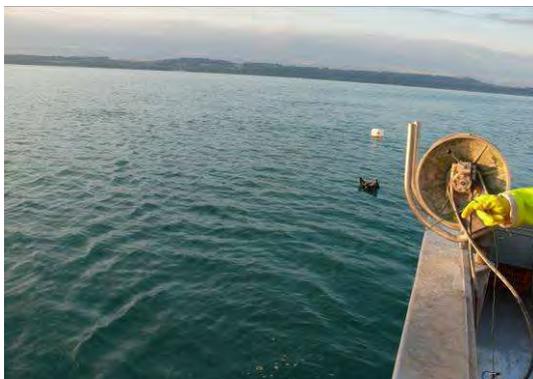
Die Kormoranbojen wurden im Abstand von 10 Metern mit Karabinerhaken an einer Bleileine befestigt, die zwischen den beiden Markierungsbojen des Versuchsnetzes angebracht wurde (horizontal). Zwischen jeder einzelnen Kormoranboje und der Bleileine wurde eine drei Meter lange Nylonschnur angebracht (vertikal). Diese Konstruktion führte dazu, dass die horizontale Leine drei Meter unter der Wasseroberfläche zu liegen kam. Dadurch können Schiffe das Versuchsnetz kreuzen, ohne die Kormoranbojen mit sich zu reissen (Abb 13 oben). Die Netzenden wurden mit je einem 4 Kg Danforth-Anker versehen, um ein Zusammenklappen des Netzes zu verhindern. Diese Gefahr bestand, weil die Leine mit den Kormoranbojen bei Wind einen entsprechenden Zug verursacht.

Handhabung

Das Ausbringen und Einholen der Kormoranbojen verlief in der Sommersversuchsphase ohne Probleme. Zu Beginn des Ausbringens wurde jeweils das Netz mit Anker und Markierungsbojen gesetzt.



Danach wurde das Boot gewendet, und die Bleileine wurde unterhalb der ersten Markierungsboje befestigt. Aus dem langsam fahrenden Boot wurde die Bleileine mit den vorher eingeklinkten Kormoranbojen fortlaufend ausgebracht (Abb. 14). Zum Schluss wurde das Ende der Bleileine unterhalb der zweiten Markierungsboje befestigt. Beim Einholen des Versuchsnetzes wurde jeweils zuerst die Leine mit den Kormoranbojen geborgen und danach das Netz. Der zeitliche Mehraufwand gegenüber der herkömmlichen Fischereipraxis betrug durchschnittlich zehn, bei Wind bis zu 20 Minuten. Die zusätzlichen Manöver zum Ausbringen und Einholen der Kormoranbojen war hierfür der Hauptgrund und stellt ausserdem wegen dem erhöhten Benzinverbrauch ein zusätzlicher Kostenfaktor dar. Im Winter konnten die Kormoranbojen wegen der geringen Wassertiefe (2 Meter) am Fangplatz nicht mehr direkt an den Markierungsbojen befestigt werden, da die Gefahr von Verwicklungen zwischen Netz und Bleileine bestand. Als Alternative wurde die Bleileine mit den Kormoranbojen in 10 Meter Distanz parallel zum Versuchsnetz ausgebracht. Der Zeitaufwand dafür entspricht etwa jenem, der für das Ausbringen eines Netzes benötigt wird.



*Abb. 14: Das Auslegen der Kormoranbojen erfolgte jeweils in einem separaten Manöver, nachdem das Netz bereits gesetzt war.
(© Michael Vogel)*

5.3.3. Vogelscheuchen



Abb. 15: Vogelscheuchenboje im Einsatz auf dem Neuenburgersee (© Michael Vogel)

kung über die gesamte Versuchsdauer von 50 Tagen aufrecht erhalten werden (Stickleby & King 1995). Diese Erfahrungen waren Grund dafür, automatisierte Vogelscheuchen auf dem Neuenburgersee zu testen. Solche Vogelscheuchen wurden nach unserem Kenntnisstand bisher ausserhalb von Fischzuchten in der Natur noch nie getestet.

Technik

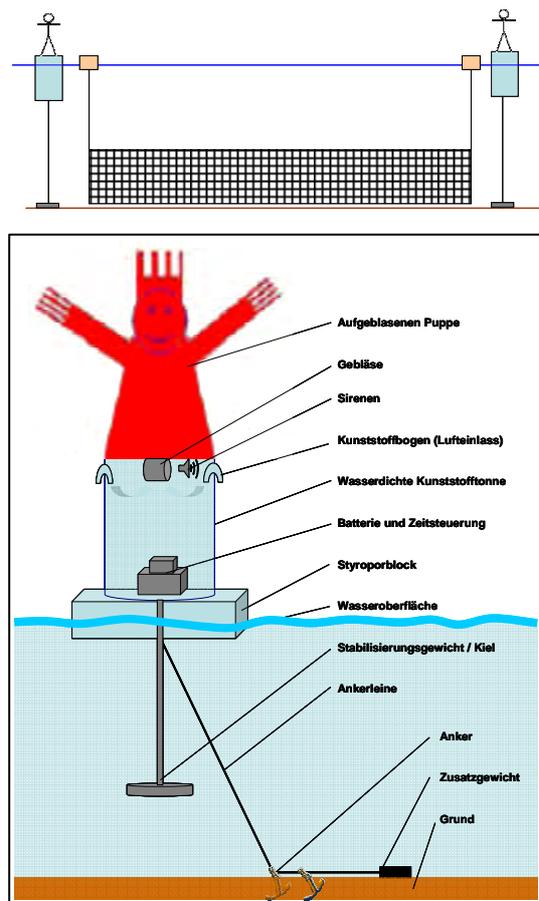


Abb. 16: Schema der Positionierung der Vogelscheuchen-Bojen und technische Skizze ihres Aufbaus (© WILMA)

Grund für Auswahl:

Vogelscheuchen wird in der Literatur von verschiedenen Autoren eine kormoranabwehrende Wirkung attestiert (Littauer 1990; Keller 1996). Diese Wirkung lässt sich verstärken, wenn die Vogelscheuchen animiert und/oder mit weiteren Abwehrmassnahmen kombiniert werden (Keller 1996). Bei Versuchen in amerikanischen Fischzuchten konnte durch den Einsatz animierter Vogelscheuchen des Typs Scarey Man® die Zahl fischender Ohrenscharben *Phalacrocorax auritus* für mindestens eine Woche lang um durchschnittlich 85% (71-99%) reduziert werden (Stickleby et al. 1995). In weiteren Versuchen wurden die Vogelscheuchen mit Knallanlagen, Schreckschüssen und teilweise scharfem Beschuss kombiniert. Damit konnte die Scheuchwirkung über die gesamte Versuchsdauer von 50 Tagen aufrecht erhalten werden (Stickleby & King 1995).

Beim englischen Hersteller Clarratts Ltd. wurden zwei aufblasbare Vogelscheuchen des Typs Scarey Man® erworben. Diese Vogelscheuchen kombinieren optische und akustische Reize und bestehen im Wesentlichen aus einer 12V Gel-Batterie, einem Ventilator, einer Sirene und einer Puppe aus Textilien. Die beschafften Modelle (Preset Timer Unit) verfügen ausserdem über eine Zeitsteuerung, welche es erlaubt, sowohl die Häufigkeit (alle 2-18 min.) als auch die Tageszeit (max. 4 verschiedene Perioden) des Betriebs der Vogelscheuche zu verändern.

Da die Vogelscheuchen vom Hersteller für den Einsatz an Land konzipiert worden waren, mussten sie für den Einsatz auf dem Wasser umgebaut werden (Abb. 15). Dazu konstruierten wir aus handelsüblichen Kunststofffässern Bojen, in die alle technischen Teile eingebaut wurden. Seitlich an den Fässern brachten wir 8 Kunststoffbogen (Ø 4cm) an, um einerseits das Eindringen von Wasser zu verhindern, gleichzeitig aber das Ansaugen von Luft sicherzustellen. Weil die Abdichtung der Kielstange gegen den Fassboden aufgrund grosser Scherkräfte nicht möglich war, wurde unterhalb des Fasses ein Schaumpolystyrolblock (Styropor) angebracht. Dadurch wurde der Fassboden komplett aus dem Wasser gehoben. Somit gelangte nur noch Spritzwasser an die Übergangsstelle. Zur Stabilisierung brachten wir unterhalb der Boje eine zwei Meter lange Stange mit einem 25 Kg schweren Gegengewicht (Sonnenschirmsockel) als Kiel an. Die grosse Fläche und das erhebliche Gewicht (rund 60 Kg) der Boje

haben zur Folge, dass besonders bei Wind eine grosse Zugkraft auf die Verankerung entsteht. Dies hatte zwei unmittelbare technische Folgen. Erstens konnten die Vogelscheuchen nicht direkt - anstelle der üblichen Bojen - an den Netzen befestigt werden, da diese sonst zerreißen würden. Zweitens musste die Verankerung mit zwei Danforth-Ankern (6 Kg) und einem Zusatzgewicht (35 Kg) aus Stahl entsprechend massiv dimensioniert werden (Abb.16). Aufgrund der Erfahrungen im Sommer wurden die Bojen für die Tests im Winter zusätzlich mit einem „Fangkorb“ ausgestattet. Dieser verhindert, dass die Puppen im funktionslosen Zustand in Kontakt mit dem Wasser geraten. Es zeigte sich nämlich, dass sie sich dabei langsam mit Wasser füllen, was insbesondere bei Frost zu Funktionsproblemen führen kann. Der Nachteil dieser Zusatzausrüstung ist, dass die Bewegung der Vogelscheuchen eingeschränkt wird.

Bei allen Versuchen wurde an beiden Enden des Versuchsnetzes eine Vogelscheuche platziert.

Handhabung



Abb. 17: Gewicht und Abmessungen der Vogelscheuchenbojen erfordern entsprechende Infrastruktur für das Ausbringen und Bergen sowie den Transport; Ein genügend grosses Boot ist erforderlich. (© Michael Vogel)

Der Einsatz der Vogelscheuchen ist mit erheblichem Arbeits-, Material- und Infrastrukturaufwand verbunden. So ist für das Ausbringen und Bergen der Bojen ein grosses Boot notwendig, weil die Bojen aufgrund ihrer Grösse in einem kleinen Boot keinen Platz finden würden. Das Ausbringen und Bergen der Bojen wird vorzugsweise unter Zuhilfenahme eines Krans ausgeführt, welcher in der üblichen Fischereipraxis zum Heben und Setzen von Flussbarschreusen verwendet wird (Abb 17 oben). Insbesondere das Bergen, aber auch das Ausbringen der Bojen von Hand stellte sich als kaum möglich heraus. Ähnlich ist die Sachlage beim Heben der Zusatzgewichte der Verankerung. Dieses kann mit Hilfe einer hydraulischen Netzwinde oder alternativ von zwei Personen von Hand erfolgen. Das Ausbringen und Bergen beider Bojen nahm am Anfang der Versuche je eine halbe Stunde in Anspruch. Mit zunehmender Erfahrung in der Handhabung konnte diese Zeit bis zum Ende auf eine Viertelstunde reduziert werden. Die Bojen wurden jeweils über die ganze Versuchszeit im Wasser belassen. Die Vogelscheuchenbojen wurden unter allen sich bietenden Bedingungen aus technischer Sicht erfolgreich eingesetzt. Die Bojen konnten auch bei unruhigen Verhältnissen (max. 3-4 bf NO, Böen -5 bf) ausgebracht werden. Die Bojen blieben bei anhaltendem Wind (2-4 bf) und teilweise starken Schneefällen während maximal 2 Nächten und drei Tagen ohne Funktionsprobleme im Wasser. Ursprünglich wurde befürchtet, dass die Eisbildung im Winter zu Funktionsstörungen führen könnte. Der dagegen entwickelte Fangkorb für die Vogelscheuchen-Puppen (Abb. 17 unten) schränkte die Bewegung der Vogelscheuchen relativ stark ein. Eisbildung sorgte weder bei den Puppen noch bei den Bojen für Probleme. Nach dem dreitägigen Einsatz im Winter bildete sich auf der

Luvseite der Bojen aber bereits eine ca. 5 cm dicke Eisschicht. Eine sehr starke Vereisung könnte bei der Boje zu Stabilitätsproblemen führen (Gleichgewicht).

jeweils am Folgetag vertauscht- dies mit dem Ziel, allfällige geografische Effekte zu minimieren. Die Netze wurden durch neue ersetzt, sobald sie mehr als 50 Löcher aufwiesen.

Vorgesehen war, jede der in Tabelle 5 aufgeführten Massnahmen in beiden Versuchsperioden während jeweils fünf Versuchstagen zu testen. Da die Versuchsausführung generell vom Wetter und während des Laichfischfangs zusätzlich von der Freigabe der Fischerei durch die Behörden abhängig war, konnten nicht immer alle Versuche wie geplant ausgeführt werden. Die tatsächlich ausgeführten Versuche sind in der folgenden Tabelle (Tab. 5) festgehalten.

Tab. 5: Anzahl durchgeführter Versuchstage in der Sommer- und Winterversuchsperiode

	Unsichtbare Bojen		Kormoranbojen		Vogelscheuchen	
	Periode	Anzahl Versuchstage	Periode	Anzahl Versuchstage	Periode	Anzahl Versuchstage
Flussbarsch-Fang Sommer	13.-17.7. 2009	5	20.-24.7. 2009	5	10.-14.8. 2009	4
Felchen-Laichfischfang Winter	1.-4.12. 2009	3	6.-11.12. 2009	4	13.-18.12. 2009	5

Die Versuchszeiten orientierten sich an der Fischereipraxis und am erwarteten Auftreten von Schäden im Jahresverlauf. Auf der Seite der Fischereipraxis waren zwei Sachverhalte für die Festlegung der Versuchszeiten relevant:

- Die verschiedenen Fischarten werden nicht über das ganze Jahr gleichmässig gefangen. Es gibt Perioden mit unterschiedlichen Fangerträgen. Unsere Versuche wurden in die Perioden mit der grössten Fangaussicht, also in die jeweilige Hauptfangsaison gelegt, um eine möglichst praxisnahe Situation als Ausgangslage zu haben.
- Im Jahresverlauf werden Fanggeräte in der üblichen Fischereipraxis in unterschiedlichen Tiefen eingesetzt. Die Wahl der Setztiefe hängt mit der Verhaltensbiologie der Fische zusammen und ist zudem gesetzlich vorgeschrieben. So dürfen beispielweise Flussbarschnetze im Sommer in maximal zehn Meter, im Winter hingegen bis in 60 Meter gesetzt werden. Angesichts der maximalen Tauchtiefe der Kormorane und der Erfahrungen der Fischer (siehe Kasten 2) sind die Flussbarschnetze also vor allem im Sommer für Schäden exponiert. Genau umgekehrt verhält es sich mit dem Felchenfang. Im Sommer wird hauptsächlich mit verankerten oder freitreibenden Schwebenetzen in ca. 30 Meter Tiefe gefischt. Für den Laichfischfang im Dezember werden hingegen Bodennetze in ufernahen, nur wenige Meter tiefen Gewässern benutzt. Insbesondere diese Bodennetze sind schadensexponiert. Dass die tief hängenden Schwebenetze von Kormoranen aufgesucht werden, kommt nach Informationen aus der Berufsfischerei nicht vor.

Kasten 2

Die Literaturangaben zu den Tauchtiefen von Kormoranen sind uneinheitlich. Maumary et al. (2007) geben 3-9 selten 25 Meter an, Bauer & Glutz von Blotzheim (1966) nennen maximal 16 Meter. Die Erfahrungen eines Berufsfischers am Neuenburgersee zeigen, dass die Schäden in Reusen und Netzen meist bis in etwa 12-15 Meter, bei den Netzen selten bis in 25 Meter Setztiefe auftreten.

Um das Verhalten der Kormorane an den Versuchsnetzen zu dokumentieren, wurden die Netze vom Ufer aus mittels Teleskop beobachtet. Aufgrund der unterschiedlichen Setz- und Hebezeiten im Tagesverlauf (siehe Tab. 4) konnten die Netze im Sommer während 8 Stunden durchgehend, im Winter während je 1.5 Stunden vor der Abend- bzw. nach der Morgendämmerung beobachtet werden (Vischer 2010).

5.5. Unterscheidbarkeit von Schäden

Kasten 3

Wenn Kormorane Fische den Fanggeräten von Berufsfischern entnehmen, entstehen vier verschiedene Arten von Schäden:

- *Schmälerung des Fangs durch entfernte Fische*
- *Die Fische werden derart verletzt, dass sie nicht mehr vermarktet werden können.*
- *Netze werden durch das Herausreißen der Fische beschädigt und ihre Lebensdauer bzw. die Zeitdauer in der sie lohnenswert eingesetzt werden könne, wird dadurch verkürzt und sie müssen schneller ersetzt werden.*
- *Die Fängigkeit von beschädigten Netzen reduziert sich mit der Zunahme der Löcher, womit der Ertrag geschmälert werden kann.*

5.5.1. Verletzte Fische

Von Kormoranen verursachte Verletzungen an Fischen sind eindeutig als solche zu erkennen. Die charakteristische Form und ihre typische Lage auf dem Fischkörper machen es möglich, sie von durch Raubfische verursachten Verletzungen zu unterscheiden. Damit ist das Erheben der Anzahl verletzter Fische eine sichere Messgrösse für Kormoranschäden.

5.5.2. Löcher im Netz

Die Zuordnung von Löchern im Netz hingegen ist mit grossen Unsicherheiten behaftet. Um zu klären, wie durch Kormorane verursachte Netzschäden von anderswie entstandenen Löchern zu unterscheiden sind, wurden im Vorfeld der Feldarbeiten Fischer befragt und auf bestehende Erkenntnisse aus der Untersuchung am Bodensee (Egloff & Krämer 2004) zurückgegriffen. Gestützt auf diese Informationen gingen wir davon aus, dass Löcher von der ungefähren Grösse eines A4-Blattes als Kormoranschaden identifiziert werden können. In den ersten Testversuchen mit Flussbarsch-Netzen bestätigten sich die Angaben von Krämer (2009 briefl.) aber nur bedingt. Während die Angaben zur Form zutrafen, waren die Dimensionen der Löcher deutlich kleiner. Der Grund dafür liegt in der unterschiedlichen Maschenweite der eingesetzten Netze. Während Egloff & Krämer (2004) Netze mit einer Maschenweite von 38 – 50 Millimeter verwendeten und Löcher von A4 (rund 29x21 cm) beobachteten, verwendeten wir während der Versuchszeit im Sommer Netze mit einer Maschenweite von 24 Millimetern und stellten handgrosse Löcher (ca. 12x16 cm) fest. Bei gleichbleibender Anzahl reissender Maschen resultiert der festgestellte Grössenunterschied (Abb. 18).

Für die Versuche während des Felchen-Laichfischfangs wurden Netze mit 45 Millimeter Maschenweite eingesetzt. Die hier festgestellten, potentiell von Kormoranen verursachten Löcher entsprachen weitgehend den Angaben von Egloff & Krämer (2004).

Trotz dieser partiellen Übereinstimmung blieben auch nach Abschluss der Feldarbeiten erhebliche Zweifel bestehen, ob Löcher wirklich und eindeutig dem Kormoran als Verursacher zugewiesen werden können. Obwohl sehr kleine (unter 4 Maschen) oder auch sehr grosse Löcher (mehrere Meter) mit Sicherheit nicht von Kormoranen verursacht werden, so ist die Ursache von mittleren Löchern unserer Meinung nach nicht abschliessend zu eruieren. Zu vielfältig sind mögliche Ursachen im Rahmen der normalen Handhabung der Netze, welche Löcher in dieser Grössenordnung verursachen können. Die häufigsten Ursachen sind:

- Die Netze können beim Auslegen und Einholen beschädigt werden, wenn sie an Hindernissen am Grund (Äste, Steine, Muscheln etc.) oder auch am Boot hängen bleiben.
- Raubfische attackieren im Netz befindliche Fische und beschädigen dabei die Netze.
- Grössere gefangene Fische können sich aus den Netzen befreien und Löcher hinterlassen.
- Grössere Fische können Netze einfach durchschwimmen und dabei Löcher reissen.

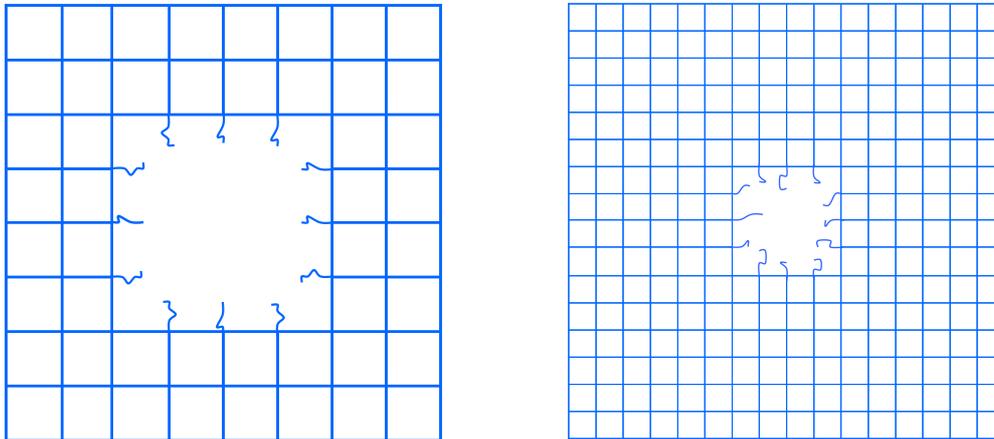


Abb. 18: Vergleich von Lochgrössen, die bei gleichbleibender Anzahl reissender Maschen bei 50 mm (links) und 24 mm (rechts) Maschenweite entstehen.

Wegen dieser Unklarheiten haben wir in unseren Schadenserhebungen nur Löcher ab vier zerrissenen Maschen gezählt. War die Ursache von Netzschäden bekannt, zum Beispiel, wenn das Netz beim Auslegen oder Einholen beschädigt wurde, hielten wir diesen Sachverhalt fest.

5.6. Messgrössen und Datenauswertung

Zur Quantifizierung der Kormoranschäden wurden folgende Messgrössen (vgl. Kasten 3) erhoben:

- Der Fang (Gewicht, Anzahl und Fischart)
- Die Anzahl der Löcher im Netz ab einer Grösse von mindestens vier zerrissenen Maschen
- Die Anzahl verletzter Fische, nach Art gesondert

Die Erhebung nahmen wir jeweils in Massnahmen- und Kontrollnetzen vor.

Für die Auswertung stellen wir die erhaltenen Daten in absoluten und proportionalen Säulendiagrammen dar. Um auch die einzelnen Messwerte zu visualisieren, legen wir zudem separate Punktediagramme vor. Diese erlauben eine detaillierte, nicht-aggregierte Ansicht der Messdaten und die Darstellung des arithmetischen Mittelwerts pro Stichprobe. Wo es zur Beantwortung der Forschungsfragen sinnvoll ist, stellen wir jeweils Kontroll- und Massnahmennetze in Vergleich. Die Signifikanz von Abweichungen wurde mittels eines nicht-parametrischen statistischen Tests untersucht mit der Alternativ-Hypothese, dass die Kontrollnetz-Stichprobe aus einer Grundgesamtheit mit einer grösseren zentralen Tendenz stammt, als die Massnahmennetz-Stichprobe.

Alle Grafiken und statistischen Auswertungen wurden mit der open-source Statistik-Software R (Version 2.10.0; <http://cran.r-project.org>) generiert. Wir haben den Wilcoxon-Signed-Rank-Test verwendet, der im Gegensatz zu einem Student's t-test nicht voraussetzt, dass die Stichproben aus einer normal verteilten Grundgesamtheit stammen. Aufgrund der kleinen Stichprobengrösse ($n < 10$) kann die Wahrscheinlichkeit der berechneten Statistik nicht nach einer Normalverteilung angenähert werden, sondern es muss die exakte Wahrscheinlichkeit berechnet werden. Da das übliche Kommando in R für einen exakten Wilcoxon-Test nicht mit `tied values1` umgehen kann, haben wir das Kommando `wilcox.exact()` vom R-Package `exactRankTests` verwendet. Der englische Begriff `tied value` or `tie` bezeichnet gepaarte Beobachtungen, die den gleichen Wert haben. Tests erhältlich unter <http://cran.r-project.org/web/packages/exactRankTests>

5.7. Auswahlprozess Präventionsmassnahmen

Die in den Versuchen angewandten Präventionsmassnahmen wurden im nachfolgend dargestellten Prozess ausgewählt (Abb. 19).

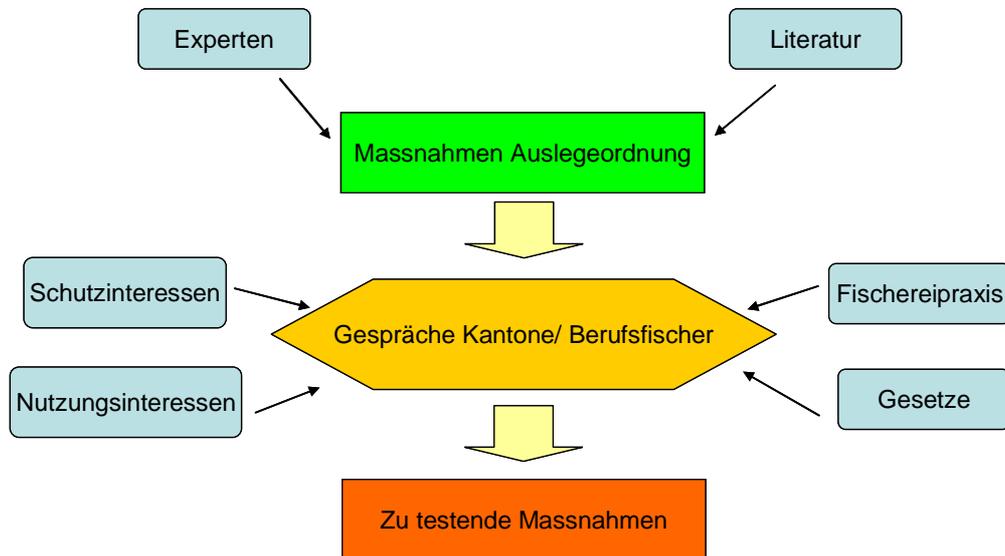


Abb. 19: Vorgehen bei der Auswahl der zu testenden Massnahmen

- Ausgehend vom Projektauftrag wurden mögliche Handlungsfelder zur Schadensminderung analysiert und Massnahmen abgeleitet. Berücksichtigt wurden sowohl bereits bekannte, als auch noch nie getestete Massnahmen zur Kormoranvergrämung. Bei der Erarbeitung der neuen Ansätze dienten physiologische und verhaltensökologische Merkmale der Kormorane als Grundlage. Aus dieser ersten Sammlung wählten wir Präventionsmassnahmen aus, welche in der konkreten Situation auf dem Neuenburgersee realisierbar erschienen und erstellten eine **Auslegeordnung**.
- In einem zweiten Schritt folgte eine Diskussion dieser Auslegeordnung mit der technischen Kommission des Fischereikonkordates Neuenburgersee (Techkom) und den Berufsfischern. Anschliessend wurden unsere Vorschläge betr. ihrer Übereinstimmung mit den gesetzlichen Vorschriften und ihrer Anwendbarkeit in der Fischereipraxis geprüft. Weiter wurden in dieser Phase auch Schutz- und Nutzungsinteressen ausserhalb der Fischerei berücksichtigt und die Massnahmen auf die diesbezügliche Zumutbarkeit überprüft.
- Zum Schluss wurden die drei Massnahmen **Unsichtbare Bojen**, **Vogelscheuchen** und **Kormoranbojen** ausgewählt, um sie in den Feldversuchen zu testen.

6. Quantitative Ergebnisse

Die beiden Versuchssituationen in Sommer und Winter unterscheiden sich deutlich (andere Netztypen, Setztiefen, Zielfischarten). Auch leben hier saisonal andere Kormorane (Brutvögel/Übersommerer bzw. Wintergäste), die möglicherweise unterschiedliche Jagdstrategien anwenden. Deshalb sind die Resultate zu Fangmengen und Schadensvorkommen saisonal nicht vergleichbar. Aus diesem Grund werden sie separat aufgeführt.

In den Punktediagrammen sind die täglichen Messwerte ersichtlich. In den Säulendiagrammen ist jeweils die kumulierte Anzahl verletzter Fische über die Einsatzdauer einer Präventionsmassnahme dargestellt. Zusammengehörige Stichproben sind nebeneinander angeordnet, um den relativen Vergleich vom Massnahmenetz zum Kontrollnetz zu erleichtern. Aufgrund der unterschiedlichen Stichprobengrösse (unterschiedliche Einsatzdauer) und Versuchssituationen (siehe oben) dürfen die absoluten Säulenhöhen zwischen Massnahmen nicht verglichen werden. In den folgenden Abschnitten wird nur auf besonders auffällige Unterschiede zwischen den Ergebnissen von Kontroll- und Massnahmenetzen eingegangen. Eine Tabelle mit allen Mittelwerten und Ergebnissen aus den statistischen Signifikanztests findet sich im Anhang.

6.1. Einfluss der Präventionsmassnahmen auf die Fangerträge

Wir stellen die Anzahl sowie das Gewicht der Fische, die in Massnahmen- und in den entsprechenden Kontrollnetzen gefangen wurden, gegenüber (Abb. 20-23). Da die Versuchsreihen mit den einzelnen Massnahmen zeitlich aufeinanderfolgend ausgeführt wurden, könnten die abweichenden Fangmengen u.a. im unterschiedlichen Raumnutzungsverhalten der Fische oder in den unterschiedlichen Witterungsverhältnissen begründet sein. Sie können deshalb weder mit der Einwirkung der Präventionsmassnahmen noch mit jener des Kormorans in Zusammenhang gebracht werden. Die täglichen Schwankungen in Anzahl und Menge gefangener Fische sind in der Berufsfischerei absolut üblich. Dennoch erwarteten wir, dass - sollte eine Massnahme wirksam gegen Kormoranangriffe gewesen sein - über die gesamte Einsatzdauer einer Massnahme im Massnahmenetz grössere absolute und mittlere Fangmengen erzielt würden als im entsprechenden Kontrollnetz.

6.1.1. Sommerperiode; Flussbarschfang

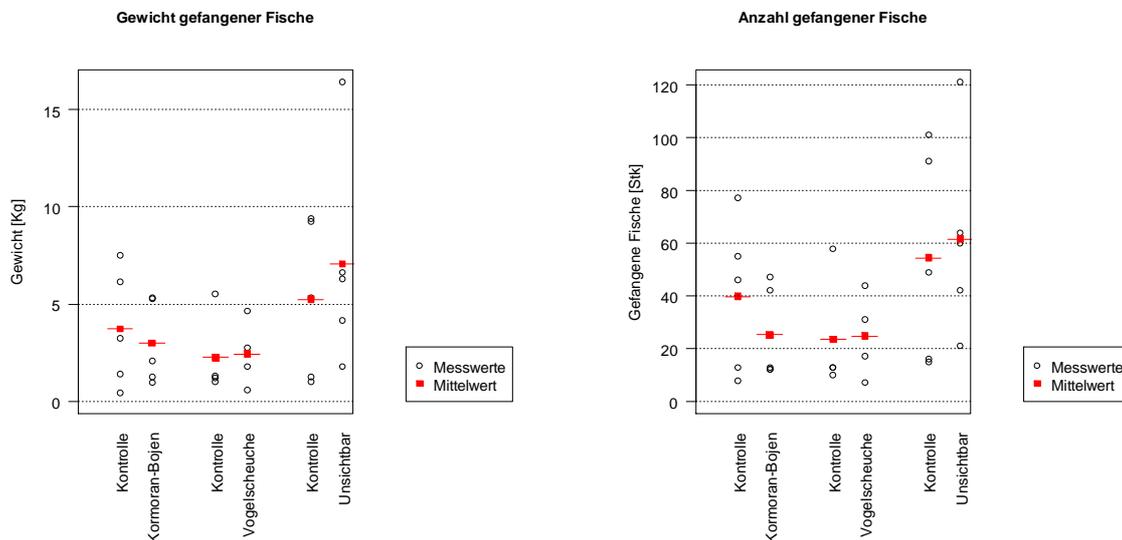


Abb. 20: Mess- und Mittelwerte von Gewicht (links) und Anzahl (rechts) gefangener Fische während der Flussbarschfangversuchsperiode im Sommer. Vergleich zwischen Kontroll- und Massnahmenetzen über die jeweilige Massnahmentestdauer.

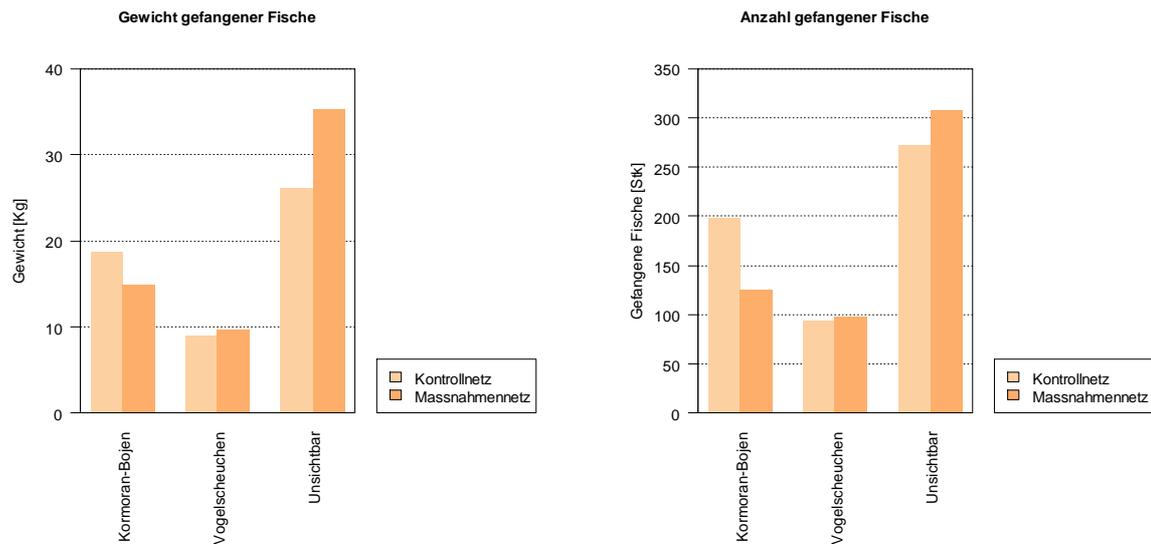


Abb. 21: Aufsummierte Werte von Gewicht (links) und Anzahl (rechts) gefangener Fische während der Flussbarschfangversuchsperiode im Sommer. Vergleich zwischen Kontroll- und Massnahmennetzen über die jeweilige Massnahmentestdauer

Nur die Mittelwerte der gepaarten Stichproben bei der Massnahme "Kormoran-Bojen" ($\text{Mittelwert}_{\text{Kormoran-Bojen}}=25.2$, $\text{Mittelwert}_{\text{Kontrolle}}=39.8$) weichen voneinander ab. Die Abweichung ist jedoch nicht signifikant (Exact Wilcoxon Signed-Rank-Test $W_{+}=9$, $n=5$, $p=0.40625$).

Da keine signifikanten Unterschiede zwischen den jeweiligen Kontroll- und Massnahmennetzen bestehen, ist eine Bewertung der Wirksamkeit von Präventionsmassnahmen für die Sommerperiode aufgrund des Parameters „Fang“ nicht möglich. Tendenziell werden bei der Versuchsanordnung mit Kormoran-Bojen in den Kontrollnetzen sogar mehr Fische gefangen bzw. ist das Gewicht der gefangenen Fische höher als bei den Massnahmennetzen. Sollten Kormorane diesen – statistisch nicht gesicherten – Unterschied verursacht haben, müsste daraus geschlossen werden, dass Kormoranbojen auf Kormorane attraktiv wirken (vgl. Abschnitt 7.2).

6.1.2. Winterperiode; Felchen-Laichfischfang

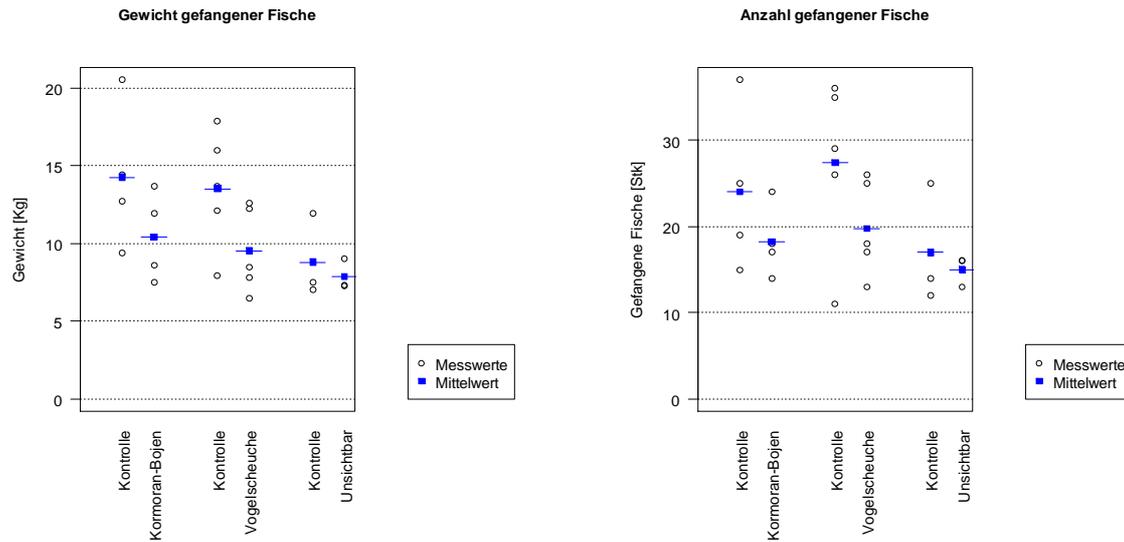


Abb. 22: Mess- und Mittelwerte von Gewicht (links) und Anzahl (rechts) gefangener Fische während der Felchen-Laichfischfangversuchsperiode im Winter. Vergleich zwischen Kontroll- und Massnahmennetzen über die jeweilige Massnahmenestsdauer

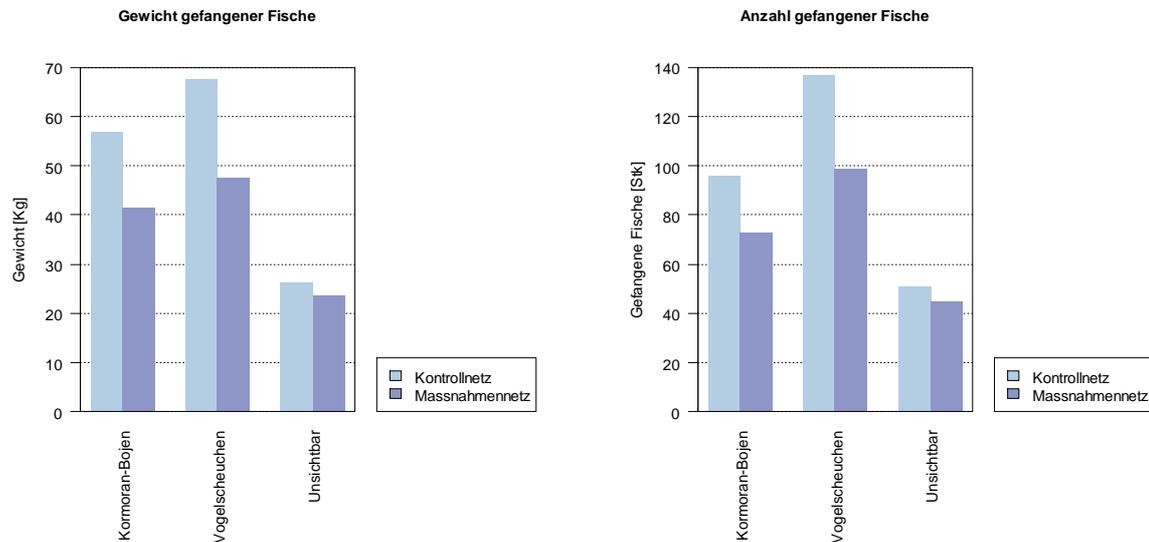


Abb. 23: Aufsummierte Werte von Gewicht (links) und Anzahl (rechts) gefangener Fische während der Felchen-Laichfischfangversuchsperiode im Winter. Vergleich zwischen Kontroll- und Massnahmennetzen über die jeweilige Massnahmenestsdauer

Nur die Mittelwerte der gepaarten Stichproben bei den Massnahmen “Kormoran-Bojen” ($\text{Mittelwert}_{\text{Kormoran-Bojen}}=18.25$, $\text{Mittelwert}_{\text{Kontrolle}}=24$) und “Vogelscheuche” ($\text{Mittelwert}_{\text{Vogelscheuche}}=19.8$, $\text{Mittelwert}_{\text{Kontrolle}}=27.4$) für die tägliche stückweise Fangmenge weichen deutlich voneinander ab, sind jedoch statistisch nicht signifikant (Exact Wilcoxon Signed-Rank-Test $W_+=8$, $n=4$, $p=0.1875$ und $W_+=14$, $n=5$, $p=0.0625$). Somit wirkt sich keine der getesteten Massnahmen negativ auf die Fangerträge aus.

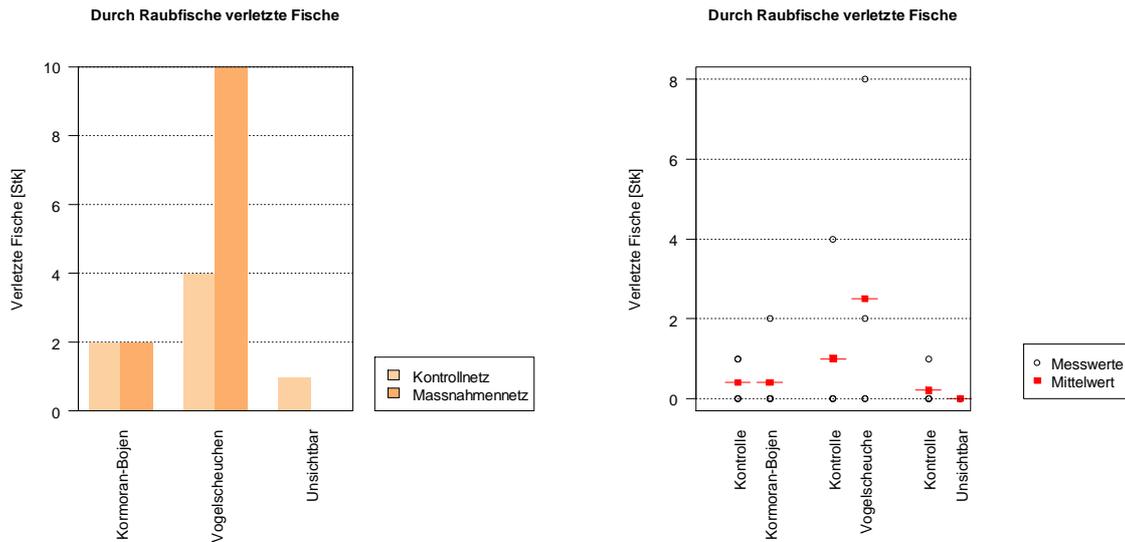


Abb. 25: Aufsummierte Werte (links) sowie Mess- und Mittelwerte (rechts) der Anzahl durch Kormorane verletzter Fische während der Flussbarschfangversuchsperiode im Sommer. Vergleich zwischen Massnahmen- und Kontrollnetzen über die jeweilige Massnahmen-Testdauer

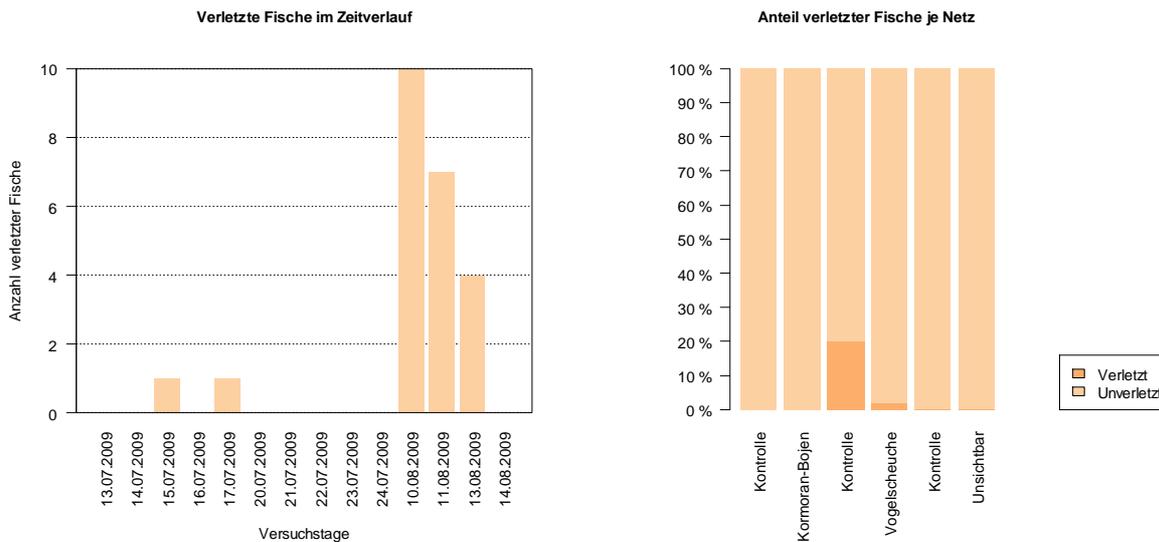


Abb. 26: Auftreten von durch Kormorane verletzter Fische über die gesamte Flussbarschfangversuchsperiode im Sommer, unabhängig von der Netzart (links) sowie prozentualer Anteil am Gesamtfang im Vergleich zwischen Kontroll- und Massnahmennetzen (rechts)

Unabhängig von der Fischart wurden zwischen 0 und 20 % der mit dem jeweiligen Versuchsnetz während einer Massnahmentestphase (4-5 Tage) gefangenen Fische durch Kormorane verletzt. Solche Ereignisse traten schwerpunktmässig in der Periode zwischen dem 10. und 14. August 2009 auf, während der die Vogelscheuchen getestet wurden. In dieser Zeit wurden 21 verletzte Fische festgestellt. Der höchste Anteil verletzter Fische (knapp 70%) wurde am 10. August 2009 mit 9 von Total 13 gefangenen Fischen in einem Kontrollnetz erreicht (Abb. 26).

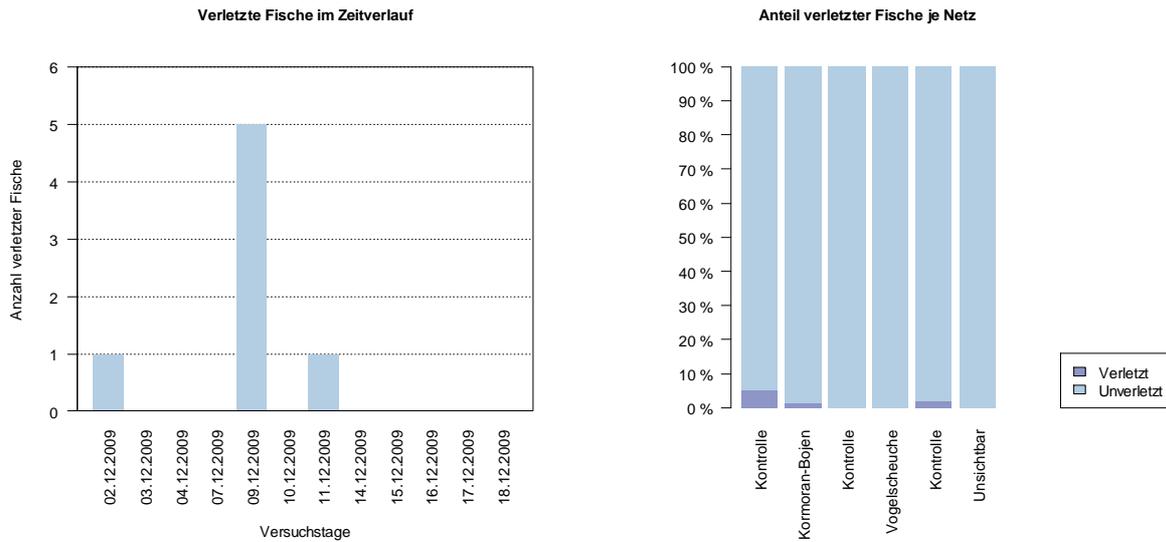


Abb. 28: Auftreten durch Kormorane verletzter Fische über die gesamte Felchen-Laichfischfangversuchsperiode im Winter, unabhängig von der Netzart (links) sowie prozentualer Anteil am Gesamtfang im Vergleich zwischen Kontroll- und Massnahmennetzen (rechts)

Gemessen am Gesamtfang in Kontroll- und Massnahmennetzen über die ganze Winterperiode wurden 1.3% der Fische von Kormoranen verletzt (7 von 549). Der Vergleich zwischen Massnahmen- und Kontrollnetzen über die gesamte Winterphase ergab für Kontrollnetze 6 verletzte Fische und für die Massnahmennetze 1 Exemplar. Der höchste Anteil verletzter Fische (gut 45%) wurde am 9. Dezember 2009 mit 5 von Total 11 gefangenen Fischen in einem Kontrollnetz erreicht (Abb. 28).

Nebst den Versuchsnetzen wurden im Winter auch die Netze eines Berufsfischers auf verletzte Fische hin geprüft. Täglich wurden zwischen zwei und sechs Netze (je 2x100 m) ausgebracht. Darin wurden über die ganze Felchen-Laichfischfangperiode 2% der gefangenen Felchen verletzt (5 von 245).

Die insgesamt sehr kleinen Zahlen verletzter Fische lassen keine statistisch gesicherten Aussagen zu, weisen jedoch darauf hin, dass Kormorane die Netze auch im Winter sporadisch aufsuchen.

6.3. Einfluss der Präventionsmassnahmen auf Netzschäden

Wir gingen davon aus, dass sich die Wirkung einer Massnahme auch auf die Anzahl neu entstehender Löcher in den Netzen auswirken würde. Wir erwarteten, dass, im Falle einer abschreckenden Wirkung der jeweiligen Massnahme auf Kormorane im Massnahmennetz weniger neue Löcher festzustellen wären. Nachfolgend stellen wir die Anzahl Löcher in den jeweiligen Massnahmennetzen jenen in den entsprechenden Kontrollnetzen gegenüber.

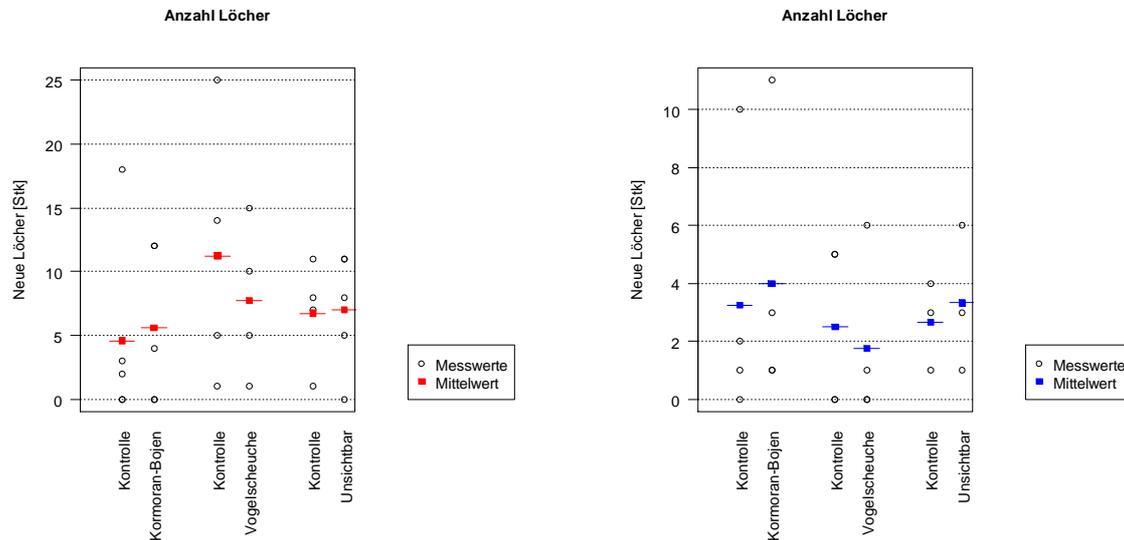


Abb. 29: Tägliche Mess- und Mittelwerte der Anzahl neu auftretender Löcher während der Flussbarschfang-Versuchsperiode im Sommer (links) sowie während der Felchen-Laichfischfangversuchsperiode im Winter (rechts). Vergleich zwischen Massnahmen- und Kontrollnetzen über die jeweilige Massnahmen-Testperiode

Bei der statistischen Prüfung der Mittelwertabweichung ergab sich in keinem Fall eine signifikante Abweichung, weder während des Flussbarschfangs, noch während des Felchen-Laichfischfangs (Abb. 29).

6.4. Zusammenhang zwischen verletzten Fischen, Kormorananwesenheit und Netzschäden

Dass Löcher in den Netzen entstehen und dass sie mit der Dauer ihrer Verwendung zunehmen, ist eine übliche Begleiterscheinung ihrer Nutzung als Fanggerät. Die Ursachen dafür sind vielfältig (siehe Abschnitt 5.5.2). Gestützt auf Pedroli (2007) gingen wir davon aus, dass die Zunahme der Löcher verstärkt ausfallen würde, wenn Kormorane die Netze aufsuchen.

Folglich haben wir untersucht, ob eine Korrelation zwischen belegten Kormoran-Attacken und dem Anstieg der Löcher besteht. Denn falls Kormorane einen erheblichen Anteil der Löcher verursachten, wäre anzunehmen, dass ein Zusammenhang zwischen der Anzahl Löcher in den Netzen und den Kormoran-Attacken an diesen Netzen feststellbar sein müsste.

Die von uns erhobenen Daten bieten zwei Möglichkeiten, die Häufigkeit von Kormoran-Attacken einzuschätzen:

1) Anhand verletzter Fische.

Die Anzahl der durch Kormorane verletzter Fische wurde täglich erfasst, sodass wir über quantitative Messwerte verfügen, die als Mass für die Angriffsintensität der Kormorane genutzt werden können. Allerdings besteht eine Dunkelziffer beim Anteil jener Fische, welche die Kormorane als Ganzes aus dem Netz gerissen haben, ohne in den Netzen Fischfragmente zu hinterlassen. Auf-

grund der wenigen verletzten Fische lassen die Resultate keine definitiven Schlüsse zu. Bei manchen verletzten Fischen wurden im Netz jeweils auch mehrere neue Löcher festgestellt. Gleichzeitig konnte bei Netzen ohne verletzte Fische keine, wenige oder bis zu 25 neue Löcher festgestellt werden (Abb. 30). Zwischen verletzten Fischen und neu entstandenen Löcher liess sich keine signifikante Korrelation belegen (Spearman's Rank correlation $r_s=0.175$, $p=0.115$, $n=49$).

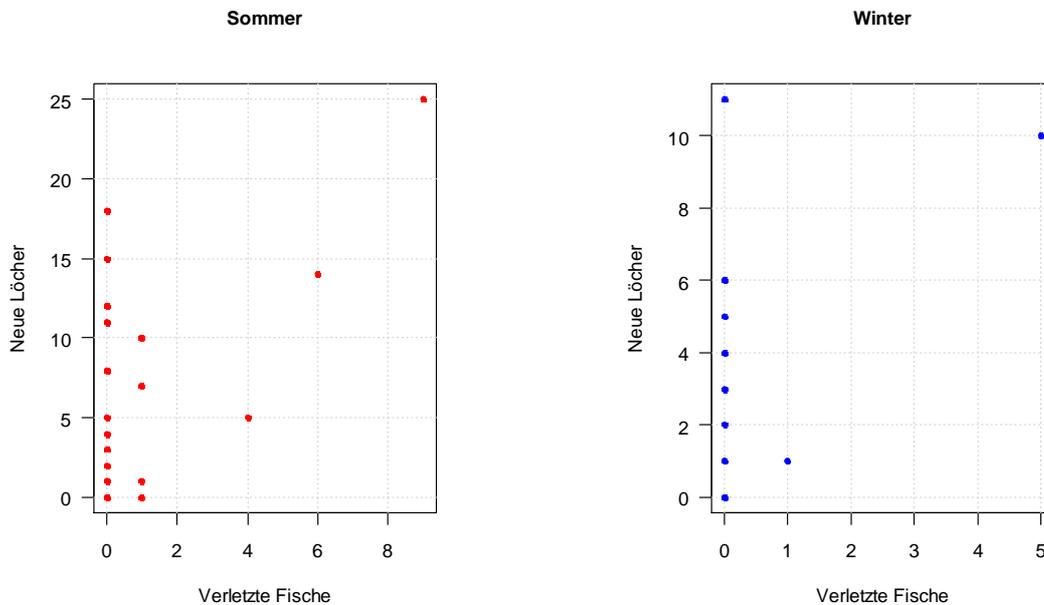


Abb. 30: Jedes Paar (Anzahl Löcher, Anzahl verletzter Fische) wird als Einzelpunkt im Diagramm dargestellt. Wir haben für die gesamte Punktemenge keine Korrelation festgestellt (Spearman's Rank correlation $r_s=0.175$, $p=0.115$, $n=49$).

2) **Anhand von Beobachtungen** an Kormoranen, die sich schwimmend oder tauchend in der Nähe der Netze aufhielten.

Solche Ereignisse sind mit einer hohen Wahrscheinlichkeiten an Attacken auf die Netze gekoppelt. Qualitativ ausreichende Beobachtungen stehen nur für die Winterversuche zur Verfügung. Obwohl Kormorane grundsätzlich tagaktiv sind, können sie schon vor/während der Morgendämmerung auf die Jagd gehen. Folglich können wir nicht ausschliessen, dass wir einige an den Netzen anwesende Kormorane nicht gesehen haben.

Nach diesem Ansatz haben wir die Messdaten (Anzahl neue Löcher) in zwei Kategorien eingeteilt, je nachdem, ob Kormorane an den jeweiligen Versuchstagen ab- oder anwesend waren (Abb. 31). Wir untersuchten, ob eine Abweichung zwischen den zwei Kategorien besteht. An den Netzen mit nachgewiesener Kormoranpräsenz konnten wir nicht signifikant mehr neue Löcher feststellen (Mann-Whitney $U=31$, $n_{\text{abwesend}}=9$, $n_{\text{anwesend}}=7$, $p=0.53$).

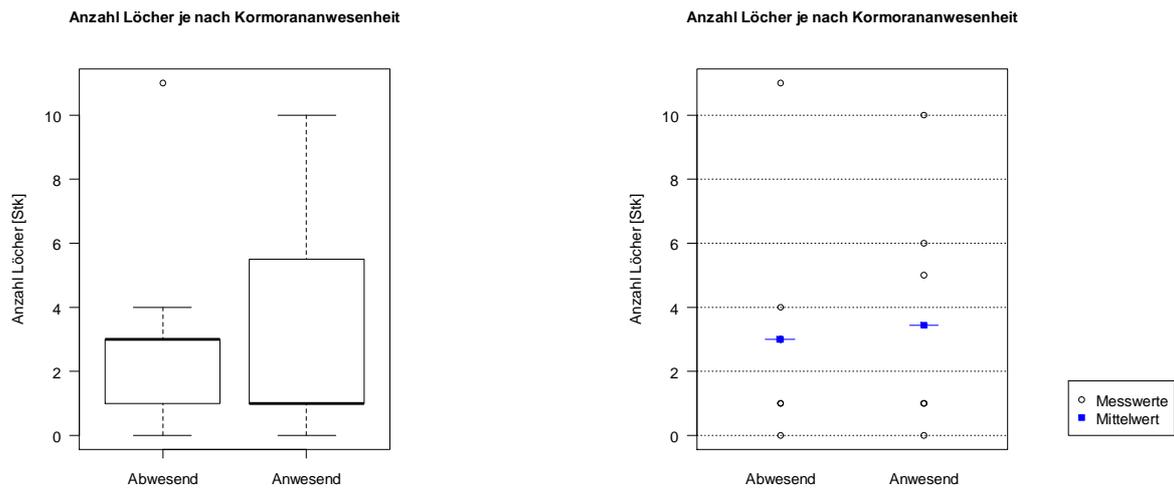


Abb. 31: Anzahl neu entstandener Löcher in Netzen, an denen Kormorane beobachtet (anwesend) bzw. nicht beobachtet wurden (abwesend)

6.5. Kormoranschäden beim Fischfang mit Reusen

Die Stichprobenerhebung der Reusen fand nur im Sommer statt. Im Winter werden diese Fanggeräte in so grosser Tiefe gesetzt, dass keine Kormoranschäden auftreten. Da die Reusen aus Metallgeflecht gefertigt sind, können Kormorane Schäden ausschliesslich in Form verletzter Fische verursachen. Für die Reusen untersuchten wir den Zusammenhang zwischen der Verbleibdauer der Reusen im Wasser und der Anzahl gefangener bzw. verletzter Fische. In Boxplot-Diagrammen haben wir diese Mengen mit zunehmender Verbleibdauer dargestellt. Zusätzlich stellen wir in einem prozentualen Säulendiagramm dar, welches der prozentuale Anteil verletzter Fische am Gesamtfang in den Reusen mit unterschiedlicher Verbleibdauer ist (Abb. 32).

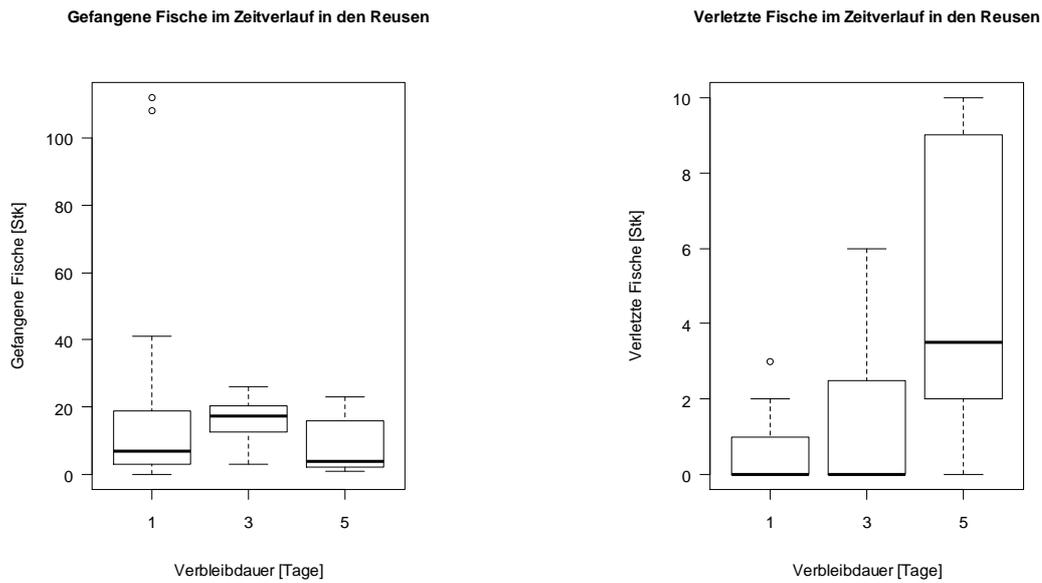


Abb. 32: Anzahl gefangener Fische (links) sowie Anzahl verletzter Fische (rechts) in Abhängigkeit von der Verbleibdauer der Reusen im Wasser

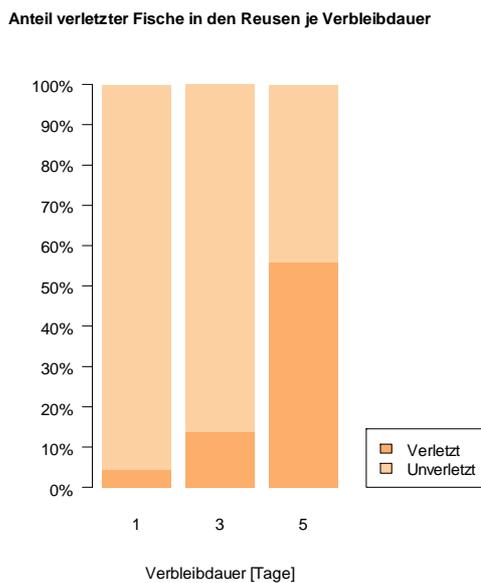


Abb. 33: Anteil verletzter Fische am Gesamtfang in Abhängigkeit von der Verbleibdauer der Reusen im Wasser

Der Anteil verletzter Fische nahm in den untersuchten Reusen mit zunehmender Verbleibdauer im Wasser deutlich zu, nicht aber der Fang. Während nach einem Tag maximal 3 verletzte Fische festgestellt wurden, waren es nach fünf Tagen bis zu 10. In Prozenten ausgedrückt stieg der Anteil von 4.5% nach einem, auf 56% nach fünf Tagen (Abb. 33). Betroffen waren ausschliesslich Flussbarsche, wobei in den Reusen mit Ausnahme einzelner Welse fast ausschliesslich diese Art gefangen wird. Pro gehobene Reuse wiesen durchschnittlich 18.2 % der Anzahl gefangener Flussbarsche Verletzungen auf.

6.6. Schadenskalkulation

Gestützt auf die Anzahl verletzter Fische, die wir in den Testnetzen vorgefunden haben, erstellen wir eine grobe Berechnung der Schäden und extrapolierten diese Ergebnisse auf die ganze jeweilige Fangsaison pro Berufsfischer (Flussbarschfang im Sommer und Felchen-Laichfischfang im Winter). Dabei berücksichtigten wir ausschliesslich Flussbarsch und Felchen, die einen ökonomischen Ertrag erzielen. Wegen der grossen Unsicherheiten bei der Zuordnung der Löcher im Netz haben wir dabei die Netzschäden nicht berücksichtigt. Die Berechnungen nahmen wir nach folgendem Muster vor:

- 1.) $\frac{\text{verletzte}}{\text{Testtage}} * 0.5 = \text{verletzte} / \text{Netz} / \text{Tag} / \text{Netz} (*0.5 \text{ da jeweils zwei Netze im Einsatz})$
- 2.) $\text{verletzte} / \text{Tag} / \text{Netz} * \varnothing \text{Stückgewicht} * \text{AnzahlTage} * \text{max. AnzahlNetze} = \text{Schaden [Kg]}$
- 3.) $\text{Schaden [Kg]} * \text{AnteilFilet} * \text{Marktpreis} = \text{Schaden [CHF]}$

Die Werte und Resultate für den Flussbarschfang im Sommer sowie den Felchen-Laichfischfang lassen sich der folgenden Tabelle (Tab. 6) entnehmen. Die Angaben über die Dauer und Anzahl der maximal einzusetzenden Netze wurden dem Reglement über die Ausübung der Fischerei im Neuenburgersee (Anon. 2006) entnommen. Die Angaben über den Anteil der Filets am Fischgewicht stammen aus Kreisen der Berufsfischerei.

Tab. 6: Berechnungsgrundlagen und Resultate der groben Schadensberechnung pro Berufsfischer anhand der verletzten Fische in den verwendeten Testnetzen ohne Berücksichtigung von Materialschäden

Netzart	Verletzte Fische [Stk]	Testtage	Schaden/ Tag/Netz [Stk]	Ø Stückgewicht [Kg]	Max. Anzahl Tage mit 10/20 Netzen	Schaden [Kg]	Gewichtsanteil Filet [%]	Marktpreis [CHF]	Schaden [CHF]
Flussbarsch-Grundnetz	2	14	0.07	0.059	131/102	14.12	75	50	353
Felchen-Grundnetz Laichfischfang	7	13	0.29	0.49	18/0	25.72	50	28	480
Total									833

Basierend auf unserer Datengrundlage ergäbe sich - hochgerechnet auf die aktiven 37 Berufsfischer (Vollzeitäquivalente; Stand 2007, Pedroli 2007) - auf dem Neuenburgersee eine Schadenssumme von rund CHF 31'000.- pro Jahr.

7. Qualitative Ergebnisse

Nebst den Daten aus den Erhebungen an den Netzen gewannen wir während der Feldversuche zahlreiche qualitative Erkenntnisse, einerseits durch zufällige Beobachtungen des Verhaltens der Kormorane während der täglichen Arbeit auf dem See, andererseits im Rahmen einer studentischen Arbeit an unserer Hochschule (Vischer 2010). Besonders während des Felchen-Laichfischfangs konnten so relevante Verhaltensweisen der Kormorane dokumentiert werden. Auch wenn sich daraus keine gesicherten Tatsachen ableiten lassen, so liefern sie doch wichtige Hinweise auf den Schadensverlauf und die Wirkung von Präventionsmassnahmen. Wir sind deshalb der Auffassung, dass hier darauf eingegangen werden soll.

7.1. Unsichtbare Bojen

Am 3.12.2009 wurde beobachtet, wie 5 Kormorane morgens dem Fischerboot folgten, mit dem wir die Netze setzten. Während wir das Kontrollnetz einholten, flogen 2 davon scheinbar zielstrebig zum ca. 200 Meter entfernten Netz mit den unsichtbaren Bojen und tauchten wiederholt. Einer tauchte mit einem grossen Fisch im Schnabel auf. Sobald wir uns nach dem Einholen der Kontrolle dem Massnahmennetz näherten (nach ca. 5 Minuten), flogen sie weg. Beim Heben der Massnahmennetze mit unsichtbaren Bojen stellten wir zwei Löcher fest, die von den Dimensionen her vermutlich auf Kormoran-Attacken zurückzuführen waren. Den Kormoranen war es offensichtlich problemlos gelungen, das Netz trotz „unsichtbarer“ Bojen zu orten.

7.2. Kormoranbojen

Sowohl im Sommer als auch im Winter wurde wiederholt beobachtet, dass die Kormoranbojen eine anziehende Wirkung zeigten (Lockentenprinzip). Sobald die Kormorane die Kormoranbojen entdeckt hatten, änderten sie ihre Flugrichtung abrupt, flogen über den Kormoranbojen eine Schlaufe, wasserten anschliessend und begannen dann am Netz zu tauchen. Einen besonders deutlichen Hinweis darauf, dass die Kormoranbojen keine Schreckwirkung auszuüben scheinen, erhielten wir durch eine Beobachtung am 21.7.2009: Eine Gruppe von ca. 100 Kormoranen landete einige hundert Meter vom Versuchsnetz entfernt. Einer von ihnen schwamm zum Massnahmennetz hin und inspizierte jede einzelne Kormoran-Boje von Nahem.

7.3. Vogelscheuchen

Dafür, dass die Vogelscheuchen auch beim Einsatz auf dem Neuenburgersee die erwartete Wirkung zeigten, gab es aus der Sommeretappe wiederholt Hinweise. Am 13.8.2009 schwamm eine Gruppe Mittelmeermöwen *Larus michahellis* ca. 50-100 m von den Vogelscheuchen entfernt auf dem Wasser. Als eine Vogelscheuche hochstieg, flog die ganze Gruppe sofort auf und kreiste danach während einiger Minuten über den Bojen. Anschliessend entfernte sie sich. Ein Berufsfischer erwähnte, dass sie dieses Verhaltensmuster auch zeigen, wenn auf dem See Vögel geschossen werden. Die Scheuchen haben also zumindest auf die Grossmöwen eine Scheuchwirkung.

Am 11.8.2009 gelang eine Feststellung, die einen Hinweis auf den Wirkungsradius der Vogelscheuchen erlaubt: Obwohl an diesem Tag aus technischen Gründen eine Vogelscheuche ausfiel, fanden sich im Massnahmennetz keine verletzten Fische, im Kontrollnetz hingegen vier. Da ein Netz 100 Meter lang ist, kann daraus gefolgert werden, dass der Wirkungsradius der Vogelscheuchen mindestens 100 Meter beträgt, was einer Fläche von gut 3 Hektaren entspricht.

Im Winter gab es keine Beobachtungen, welche Aussagen über die Wirksamkeit der Vogelscheuchen erlauben würden.

7.4. Orientierung der Kormorane

Wiederholt beobachteten wir, dass die Kormorane unserem Fischerboot folgten, um zu den ausgelegten Netzen zu gelangen und anschliessend an diesen zu tauchen. Diese Beobachtungen decken sich auch mit Erfahrungen der Berufsfischer. Kormorane scheinen auch Ansammlungen von Mittelmeermöwen als Hilfe zur Ortung lohnenswerter Futterplätze zu nutzen. Besonders deutlich zeigte sich dies jeweils dann, wenn Fischabfälle über Bord gekippt wurden (vgl. Abschnitt 7.6). Immer waren die Grossmöwen sofort zugegen, und die Kormorane folgten anschliessend. Auch Rutschke (1998) erwähnt, dass Kormorane die Anwesenheit von Krauskopfpelikanen nutzen, um fischreiche Gewässerabschnitte ausfindig zu machen. Dass Kormorane gemeinsam mit anderen Vogelarten fischen, bzw. dass Grossmöwen Kleptoparasitismus bei Kormoranen betreiben, wird von Bauer & Glutz von Blotzheim (1966) beschrieben.

7.5. Auftreten von Schäden

Einige Beobachtungen gaben uns Hinweise auf das tageszeitliche Muster, wann Schäden auftreten. In einem anderen Fall erlaubten sie uns, die Wirkung eines einzelnen Kormorans am Netz im Detail festzuhalten.

7.5.1. Tageszeitliches Muster

In der Beobachtungsperiode während des Laichfischfangs stellten wir Kormorane ausschliesslich in den Morgenstunden an den Netzen fest. Auch Beobachtungen an der Kolonie im Fanel ergaben, dass der grösste Teil der Vögel in der Morgendämmerung zu Nahrungsflügen starten. Hingegen wurde in den Abendstunden kein einziger Kormoran an den Netzen beobachtet (Vischer 2010).

7.5.2. Über die Wirkung eines einzelnen Kormorans

Einzelne Kormorane beim Fischen an Netzen direkt zu beobachten, war nur selten möglich. Der auffälligste Fall war folgender: Am 9.12.2009 ging morgens ein Kormoran an einem Kontrollnetz nieder und begann sofort, in kurzen Abständen zu tauchen. Während der 16 Minuten seiner Anwesenheit war der Kormoran insgesamt 36-mal getaucht und hatte dabei das Netz systematisch vom einen bis zum anderen Ende abgesucht. Er brach erst ab, als wir uns mit dem Fischerboot näherten, um das Netz einzuholen. Nach dem Einholen des Netzes stellten wir 5 verletzte Fische fest (vgl. Abschnitte 6.2.2 und 6.3). Dieser Einzelfall zeigt, dass ein einziger Kormoran in sehr kurzer Zeit einen erheblichen Schaden anrichten kann.

7.6. Fischabfall



Abb. 34: Nebst den Mittelmeermöwen nutzen auch die Kormorane die Fischabfälle regelmässig. Besonders im Winter zeigten die Tiere kaum Scheu. © Michael Vogel

Als einzigem See in der Schweiz ist es am Neuenburgersee noch gängige Praxis, dass die Berufsfischer Beifang und Fischabfälle in den See entsorgen (Techkom 2009, mündl.). Gesamthaft werden jährlich Fischabfälle in der Grössenordnung von 100 Tonnen in den See entsorgt (siehe Kasten 4). Die Abfälle werden üblicherweise am Morgen bei der Ausfahrt über Bord gekippt. Vor allem Mittelmeermöwen, aber auch Kormorane nutzten dieses Nahrungsangebot (Abb. 34). Beide Arten versammelten sich sowohl im Sommer als auch im Winter praktisch jeden Morgen vor dem Fischereihafen in Hauterive. Die Gruppengrösse bei den Kormoranen schwankte dabei von einigen wenigen bis zu hundert Individuen. Während der Flussbarschfang-Versuchsperiode im Sommer war auffällig, dass die Kormorane die Fischabfälle umso mehr nutzten, je später im Jahresverlauf sie angeboten wurden. Ob und

inwiefern das zusätzliche Nahrungsangebot in Form von Fischabfällen auf die Populationsentwicklung der sie nutzenden Vogelarten einen Einfluss hat, ist derzeit noch nicht geklärt. Auch wissen wir nicht mit Bestimmtheit, ob Fischabfälle bei der Konditionierung der Kormorane eine Rolle spielen. Der Schluss liegt aber nahe, dass Kormorane fähig sind, durch das tägliche Angebot an Fischabfällen eine Kausalkette *Fischer - Netze - leicht erreichbare Nahrung* zu erstellen.

Kasten 4

Aufgrund der Angaben in der Fischereistatistik aus den Jahren 2004- 2008 und gestützt auf Auskünfte von Berufsfischern wurde versucht, eine Grössenordnung der jährlich anfallenden Fischabfälle zu schätzen und diese dem täglichen Nahrungsbedarf von Mittelmeermöwen und Kormoranen gegenüberzustellen:

Im Mittel wurden in den Jahren 2004-2008 290'204 kg Fisch gefangen. Davon entfielen durchschnittlich 186'054 kg auf Felchenartige, 39'795 kg auf Flussbarsche und 32'605 kg auf Cypriniden. Für die Schätzung wurde angenommen, dass bei den Felchenartigen ein Drittel, bei den Flussbarschen die Hälfte und bei den Cypriniden das ganze Gewicht als Fischabfall anfällt. Andere wirtschaftlich wichtige bzw. oft gefangene Fischarten wie Hecht, Seeforelle, Trüsche und Seesaibling wurden nicht berücksichtigt. Damit kann angenommen werden, dass das Gewicht allenfalls verarbeiteter Cypriniden kompensiert wird. Aus diesen Grundlagen ergibt sich eine durchschnittliche Fischabfallmenge von gut 114 Tonnen pro Jahr.

Stellt man dieser Menge den durchschnittlichen täglichen Fischbedarf der Kormorane von etwa 500g (Gremillet & Schmid 1993; Keller & Visser 1999; Suter 1993) gegenüber, so entspricht dies 228'000 Tagesäquivalenten. Anders ausgedrückt, könnten sich 313 der 389 Brutpaare (2009) am Neuenburgersee ganzjährig von den Fischabfällen ernähren.

8. Diskussion

8.1. Grenzen der quantitativen Ergebnisse

Die Beurteilung der Wirksamkeit der einzelnen Präventionsmassnahmen war alleine aufgrund der quantitativen Daten nicht abschliessend möglich. Begründet ist dies in der relativ kleinen Stichprobengrösse. Dennoch können aus den Daten gewisse Tendenzen abgeleitet werden. Mit Ergänzungen durch die qualitativen Daten sind Aussagen zur Wirksamkeit der einzelnen Massnahmen möglich. Dagegen hat der Vergleich zwischen Netzschäden und verletzten Fischen sowie der Anwesenheit von Kormoranen an den Versuchsnetzen gezeigt, dass die bereits während der Erhebungen aufgetauchten Zweifel an der Zuverlässigkeit der Messgrösse „Löcher im Netz“ begründet sind. Da weder mit dem Vorkommen von verletzten Fischen im Netz noch mit der durch direkte Beobachtung dokumentierten Anwesenheit von Kormoranen am Netz ein signifikanter Zusammenhang festgestellt werden konnte, ist in Frage zu stellen, ob ein Zusammenhang zwischen Kormoranattacken und einer erhöhten Anzahl Löcher hergestellt werden kann. Diese Zweifel werden dadurch weiter verstärkt, als die Ursachen für die Löcher sehr vielfältig sind und eine klare Abgrenzung zwischen Kormoran- und anderweitig verursachten Löchern trotz aller bisherigen Bemühungen nicht möglich ist.

Derselbe Sachverhalt ist auch Grund dafür, dass selbst der Befund einer positiven signifikanten Korrelation zwischen verletzten Fischen und Netzschäden nicht zwingend die Kormorane als Ursache von Netzschäden belegen. Unter der Annahme, dass Raubfische (oder andere Objekte) alle Löcher in einem Netz verursacht haben und Kormorane lediglich verletzte Fische hinterlassen, ergäbe sich daraus eine positive Korrelation, obwohl sachlich kein Zusammenhang zwischen Löchern und Kormoranangriffen besteht.

Auch der Umkehrschluss, dass das Fehlen einer signifikanten Korrelation die Kormorane als Ursache ausschliessen würde, ist nicht zulässig. Die Anzahl verletzter Fische muss nicht zwingend mit der tatsächlichen Angriffsintensität korreliert sein. Denn sie hängt davon ab, wie „geschickt“ die Kormorane vorgehen, wenn sie Fische aus den Netzen holen. Ein geschicktes Individuum könnte möglicherweise viele Fische erbeuten, ohne in den Netzen verletzte Fische oder Löcher zu hinterlassen. In diesem Fall würde keine Korrelation festgestellt, obwohl ein Zusammenhang mit Kormoranangriffen gegeben wäre.

Obwohl der Zusammenhang zwischen Kormoranangriffen und erhöhter Anzahl Löcher in den Netzen plausibel erscheint, so zeigen die obigen Szenarien, dass der wissenschaftliche Nachweis dieses Zusammenhangs bisher nicht möglich ist. Deshalb wäre es notwendig, Zusammenhänge zwischen der Anzahl verletzter Fische und Kormoranangriffen sowie zwischen der Anzahl verletzter Fische und der Anzahl Löcher in weiteren Untersuchungen zu klären.

8.2. Wirksamkeit der Präventionsmassnahmen

8.2.1. Unsichtbare Bojen

Die Beobachtung am Netz fischender Kormorane (vgl. Abschnitt 7.1) weist darauf hin, dass - zumindest während des Felchen-Laichfischfangs - Kormorane die in geringer Tiefe gesetzten Netze trotz unsichtbarer Bojen sehen können. Vermutlich wird die Erkennbarkeit der Netze verstärkt, wenn sich Fische darin befinden und ihre Breitseiten Licht reflektieren. Anders verhält es sich im Sommer während des Flussbarschfangs, wenn die Netze in ca. 8 Meter Tiefe gesetzt werden. Unter diesen Umständen können Kormorane die Netze nicht direkt sehen, solange sie nicht tauchen (vgl. Abschnitt 5.3.1 und Rutschke 1998, S. 59). Sie orientieren sich daher eher an den Bojen. Auch die Orientierung unter Wasser dürfte im Sommer schwieriger sein als im Winter, denn im Sommer herrschen im Vergleich zum Winter erschwerte Verhältnisse vor (trüberes Wasser im Sommer, grössere Tiefe), und der „Bedarf“ an sekundären Orientierungshilfen könnte entsprechend grösser sein.

Die quantitativen Daten aus der Schadenserhebung am Netz erlauben aber weder im Sommer noch im Winter eine eindeutige Bewertung der Wirksamkeit der unsichtbaren Bojen. Eindeutig identifizierbare

Schäden kamen zu selten vor, und die Fangmengen waren im Vergleich zum Kontrollnetz zu ähnlich. Aufgrund unserer Beobachtungen und Ergebnisse beurteilen wir die unsichtbaren Bojen abschliessend als nicht tauglich zur Schadensprävention.

8.2.2. Kormoranbojen

Die quantitativen Daten aus der Schadenserhebung am Netz erlauben weder im Sommer noch im Winter eine eindeutige Bewertung der Wirksamkeit der Kormoran-Bojen. Dafür kamen eindeutig identifizierbare Schäden zu selten (Winter) bzw. gar nicht vor (Sommer), und die Fangmengen zeigten zwischen Kontroll- und Massnahmenetz keine signifikanten Abweichungen. Der scheinbar grosse Unterschied zwischen verletzten Fischen im Vergleich zum Massnahmenetz im Winter geht auf ein Einzelereignis zurück und muss als zufällig gewertet werden. Verschiedene Beobachtungen des Verhaltens der Kormorane am Netz (siehe Abschnitt 7.2), weisen darauf hin, dass die Kormoranbojen eher anlockend als abschreckend wirken (Lockentenprinzip). Deshalb beurteilen wir die Kormoranbojen als nicht tauglich zur Schadensprävention.

8.2.3. Vogelscheuchen

Von den quantitativen Daten aus der Schadenserhebung am Netz im Sommer lassen sich Tendenzen über die Wirkung der Vogelscheuchen ableiten. Wichtigstes Indiz ist dabei, dass im Massnahmenetz wiederholt wesentlich weniger Fische durch Kormorane verletzt worden waren als im Kontrollnetz. Obwohl die geringe Stichprobenzahl keine statistische Sicherung erlaubt, so liegt mit unseren Ergebnissen zumindest ein starkes Indiz dafür vor, dass die von Stickleby et al. (1995) und Stickleby & King (1995) attestierte Eignung der Vogelscheuchen des Typs Scarey Man® als Mittel zur Kormoranabwehr sich auch bei uns eignen. Auch der Sachverhalt, dass Mittelmeermöwen mit Flucht auf die Vogelscheuchen reagierten, kann als weiteren Hinweis darauf gewertet werden. Aufgrund der bisherigen Resultate lassen sich die Langzeitwirkung bzw. die Habituation noch nicht beurteilen, und auch über den Wirkungsradius bestehen erst wenige Hinweise.

8.3. Schadenssituation

Bei den Versuchsnetzen während des Flussbarsch-Fangs im Sommer stellten wir anhand der verletzten Fische wiederholt Kormoranattacken fest, die an einzelnen Tagen von erheblicher Intensität waren. Da im Sommer vor allem wirtschaftlich undeutende Rotaugen betroffen waren und im Winter während des Laichfischfangs nur wenige Felchen verletzt vorgefunden wurden, fällt der ökonomische Schaden durch Schmälerung des Fangs gesamthaft betrachtet relativ gering aus.

Aufgrund unserer Daten kann hingegen nicht beurteilt werden, welches die wirtschaftlichen Konsequenzen durch Netzschäden sind. Da insbesondere bei den feinmaschigen Flussbarschnetzen auch im Rahmen ihrer normalen Nutzung, also auch ohne den Einfluss der Kormorane, laufend Löcher entstehen, war es uns nicht möglich, abschliessend zu beurteilen, inwiefern der Kormoran zu einem schnelleren Verschleiss der Netze beiträgt. Folglich wurde dieser Aspekt in der Schadensabschätzung nicht berücksichtigt.

Dagegen zeigten unsere Stichproben, dass bei den Reusen durchaus relevante Schäden in Form von verletzten Fischen entstehen. Aufgrund der Setztiefe (8-15m) und der maximalen Tauchtiefe der Kormorane treten Schäden in Reusen von Juni bis Mitte September auf. Grund für die Attraktivität der Reusen könnte sein, dass sie mehrere Tage "unbedient" im Wasser verbleiben. Diese relative Unge-störtheit und die künstliche Aggregation der Fische in den Reusen, könnten für die Kormorane Anreiz sein, relativ tiefe Tauchgänge in Kauf zu nehmen, obwohl in den Flachwasserzonen im Sommer Weissfische in grosser Zahl anwesend sind. Gerade weil die Reusen lange im Wasser bleiben, und weil darin fast ausschliesslich Flussbarsche gefangen werden, wirken sich die verletzten Fische wirtschaftlich stark aus. Bis die Reusen wieder gehoben werden, sind viele der verletzten Tiere bereits verendet und daher unverkäuflich.

Sowohl die Berufsfischer am Neuenburgersee als auch Pedroli (2007) geben an, dass sich die Schadenssituation besonders während des Felchen-Laichfischfangs im Dezember zuspitzt. Diese Befunde

lassen sich durch unsere Erhebungen nicht bestätigen. Wir stützen uns dabei auf den Sachverhalt, dass die Anzahl verletzter Fische während dieser Periode gering war. Nach Auskunft der Berufsfischer fielen die Schäden im Dezember 2009 aber generell unterdurchschnittlich aus. Nach Vorliegen der Resultate der Wasservogelzählung 2009/2010 der Schweizerischen Vogelwarte, Sempach, kann beurteilt werden, ob diese Einschätzung allenfalls durch tiefere Kormoranbestände gestützt wird.

Aus technischer und verhaltensbiologischer Sicht ist die besondere Exponiertheit der Netze im Laichfischfang gut nachvollziehbar. Im untiefen Wasser sind die Netze leicht aufzufinden und gut zu erreichen. Die Ressource „Netze“ wird vermutlich noch dadurch attraktiver, als sich die Weissfische, die über das ganze Jahr gesehen die Hauptbeute darstellen (Suter 1993, Keller 1998), im Winter in grösserer Tiefe aufhalten und somit schwerer erreichbar sind. Die Felchen halten sich nur zur Laichzeit im Flachwasser auf und können in dieser Periode auch unter natürlichen Bedingungen einen vorübergehend grossen Anteil an der Kormorannahrung ausmachen (Keller 1998). Wir nehmen deshalb an, dass die Kormorane über detaillierte Gebietskenntnisse verfügen, die es ihnen erlauben, Laichplätze gezielt aufzusuchen, ohne von ausgelegten Netzen angezogen zu werden.

8.4. Fischabfallentsorgung

Die jährlich anfallende Menge an Fischabfällen beeinflusst wahrscheinlich die Populationsentwicklung jener Arten, welche sie als Nahrungsquelle nutzen. Zwar sind ohne spezifische Abklärungen keine gesicherten Aussagen möglich; dennoch bestehen einige lokale Besonderheiten, die als Indizien für eine solche Beeinflussung gewertet werden können.

- Grössere Kolonien von Mittelmeermöwen bestehen nur am Neuenburgersee (Keller 2010 briefl.). Wie auch bei den anderen Grossmöwen spielen bei der Mittelmeermöwe Fischabfälle eine wichtige Rolle als Nahrungsquelle, und ihre leichte Verfügbarkeit hat in jüngerer Zeit zum Populationswachstum dieser Art auf europäischem Niveau beigetragen (Maumary et al. 2007)
- Sowohl der Bestand, als auch das Wachstum des Kormoran-Brutvorkommens am Neuenburgersee ist im Schweizer Vergleich überdurchschnittlich hoch (siehe Abschnitt 4.1.1)

Im Zusammenhang mit der Konditionierung der Tiere weisen die beobachteten Verhaltensweisen der Kormorane (Boot folgen, Warten vor Fischereihafen) darauf hin, dass bereits eine Habituation an das Futterangebot *Fischabfall* stattgefunden hat. Die Praxis der Abfallentsorgung auf dem See ist zwar grundsätzlich nicht zulässig, wegen bisher kaum bestehender Alternativen wird sie aber geduldet.

Die grossen Mengen an Fischabfällen lassen vermuten, dass sie, abgesehen von der Kormoran-Schadensproblematik, das Ökosystem Neuenburgersee auch anderweitig beeinflussen. Zu nennen sind hier beispielsweise die interspezifische Konkurrenz um Nistplätze zwischen Gross- und anderen Möwenarten oder die Trophierung und ihre Auswirkungen auf die Zusammensetzung der Fischfauna. Auf solche Effekte können wir hier nicht näher eingehen.

9. Empfehlungen

In diesem Abschnitt beziehen wir uns auf den Auftrag als Ganzes und seine Einzelaspekte und geben abschnittsweise Empfehlungen ab, die wir sachlich begründen.

9.1. Möglichkeiten angepasster bzw. optimierter Arbeitsabläufe bei der Berufsfischerei

9.1.1. Fischereipraxis

Gestützt auf unsere Feldarbeit, auf Erfahrungen aus der Berufsfischerei und auf die Ergebnisse dieser Analyse – empfehlen wir, die Netze am Morgen noch vor der Hauptaktivitätszeit der Kormorane zu heben, um damit das Risiko von Kormoranattacken auf Netze zu reduzieren. Dies ist besonders während des Felchen-Laichfischfangs möglich, da in dieser Periode die restliche Fischerei ruht. Im Sommer hingegen ist der Arbeitsdruck sehr hoch und die zeitliche Flexibilität folglich limitiert.

9.1.2. Fischabfälle

Der heutige Umgang mit Fischabfällen ist zu überprüfen. Im Moment bestehen ungünstige Verhältnisse. So liegt beispielsweise die nächste Tierkadaver-Entsorgungsstelle für die Fischer in Hauterive ca. 30 Fahrminuten entfernt. Ein täglicher Transport dorthin würde für die oft als Einmann-Betriebe geführten Fischereibetriebe einen erheblichen Aufwand bedeuten, der im täglichen Arbeitsablauf nur schwer zu integrieren ist. Folglich wäre die Organisation von Sammeltransporten zu prüfen.

Unter dem Aspekt einer nachhaltigen Ressourcennutzung empfehlen wir abzuklären, welche realistischen Verfahren bestehen, um das organische Material für die Energiegewinnung oder die Futtermittelproduktion zu nutzen. In diesem Zusammenhang empfehlen wir ausserdem, die Verarbeitung von Cypriniden zu Lebensmitteln zu überprüfen und im Rahmen regionaler Standortfördermassnahmen voranzutreiben. Wir weisen darauf hin, dass die Vermarktung von Weissfischen an anderen Seen (z.B. Zürichsee) üblich ist.

Eine Verwertung oder geordnete Entsorgung der Beifänge und Fischabfälle würde eine Reduktion der Nahrungsgrundlage für fischfressende Grossvögel bedeuten und die Trophierung reduzieren. Die Bestandesentwicklung der Vögel wäre zu überwachen.

9.2. Potenzial unterschiedlicher Netztypen bzw. Fangarten

Die aktuell angewendeten Fangarten und Netztypen sind wirtschaftlich optimiert und zudem gesetzlich sehr detailliert geregelt. Die strenge Reglementierung begründet sich in der Verhaltens- und Populationsbiologie der Fischarten, und sie dient einer nachhaltigen Bewirtschaftung der Fischbestände. Die Abstimmung zwischen den Ausführungsreglementen (Regelung Maschenweiten, Setztiefen) und der Biologie der Fische ist eng und erlaubt daher kaum Änderungen ohne die Nachhaltigkeit der Fischerei negativ zu beeinflussen. Aus wirtschaftlicher Sicht bleibt wenig Spielraum, denn auch die Handhabung der Fischereigeräte (z.B. Setztiefen) ist stark auf das Verhalten der Fische abgestimmt. Das Potenzial zur Verminderung von Kormoranschäden beurteilen wir folglich als gering.

Im Gegensatz zu den sehr limitierten Möglichkeiten bei den Netzen sehen wir bei den Reusen ein gewisses technisches Anpassungspotenzial. Wir schlagen vor zu prüfen, inwieweit doppelwandige Reusen sich zur Schadensminderung eignen. Wir nehmen an, dass eine zweite Wand es den Kormoranen verunmöglichen würde, Fische in den Reusen zu verletzen oder sie ganz herauszuziehen. Nach Meinung der Berufsfischer reagieren Barsche aber sehr empfindlich auf Veränderungen der Reusen, und ihr Fangertag könnte dadurch schnell beeinträchtigt werden.

Weiter wäre auch zu prüfen, ob sich der Einsatz von Vogelscheuchen (vgl. Abschnitt 9.3.1) zum Schutz von Reusenbatterien lohnen würde. Der wirtschaftlichen Effizienz eines solchen Einsatzes käme zugute, dass in der üblichen Fischereipraxis oft bis zu zehn Reusen nahe beieinander gesetzt werden.

9.3. Potenzial von Vergrämungsmethoden am Netz

Mit den beiden Präventionsmassnahmen *Unsichtbaren Bojen* und *Kormoranbojen* wurden Möglichkeiten getestet, die relativ kostengünstig in der Beschaffung wären und bei ihrer Anwendung keinen oder nur geringen zusätzlichen Aufwand bedeuten würden. Eine abschreckende Wirkung liess sich in beiden Fällen jedoch nicht belegen, weshalb wir ihre weitere Anwendung nicht empfehlen. Hingegen empfehlen wir den Einsatz und die Weiterentwicklung der *Vogelscheuchen* weiter zu verfolgen.

9.3.1. Vogelscheuchen

Die Vogelscheuche ist unter den getesteten Methoden die einzige erfolversprechende Präventionsmassnahme. Sie ist aber teuer in der Anschaffung (ca. CHF 2'500) und erfordert eine aufwändige Infrastruktur für den Einsatz (siehe Abschnitt 5.3.3). Deshalb eignet sich diese Massnahme nicht für den Schutz einzelner Netze. Vielmehr empfehlen wir, damit in Zukunft einen Flächenschutz einzurichten. Ein solcher Flächenschutz ist nur effektiv, wenn sich damit eine grosse Anzahl von Netzen schützen lässt.

Aufgrund der üblichen Fischereipraxis würde sich der Flächenschutz besonders gut während des Felchen-Laichfischfangs bewerkstelligen lassen. Während dieser Zeit suchen die Felchen zur Laichablage bestimmte Bereiche mit kiesigem, steinigem Grund auf, die nur an teilweise eng begrenzten Stellen im See vorkommen. Verständlicherweise setzen auch die Berufsfischer ihre Netze an diesen Plätzen, und so entsteht praxisbedingt eine Aggregation der Netze (vgl. Abschnitt 5.2 und Kasten 1 im Abschnitt 5.1). Werden hier Präventionsmassnahmen realisiert, so kann gleichzeitig eine grosse Anzahl von Netzen geschützt werden. Dadurch würde das Aufwand/Nutzenverhältnis verbessert, und es könnten auch kosten- und arbeitsintensivere Massnahmen wie die Vogelscheuchen realisiert werden.

Als Nebeneffekt des Netzschutzes an den Laichplätzen könnte dort gleichzeitig der Prädationsdruck durch Kormorane reduziert werden.

Die bisher entwickelten Vogelscheuchenbojen-Prototypen hielten den mechanischen Belastungen während der Dauer der Versuche stand. Für eine weitere Anwendung in der Fischereipraxis oder bei längeren Versuchsreihen besteht jedoch ein gewisser technischer Optimierungsbedarf. Sollte eine Weiterentwicklung der Vogelscheuchen angegangen werden, müssten die folgenden Aspekte beachtet werden:

- Erhöhung der allgemeinen Stabilität (Metallkonstruktion der Trägerbojen)
- Verringerung von Abmessung und Gewicht zur Vereinfachung der Handhabung
- Erhöhung des Luftdurchsatzes zur Verbesserung der Beweglichkeit der Scheuchen
- Umbau der Scheuchen-Fangeinrichtung zur Verringerung der Bewegungseinschränkung
- Einrichten von fixen Verankerungen vor Ort, um den Aufwand für das Ausbringen zu reduzieren

Ein besonderes Augenmerk bei der Überprüfung von Vogelscheuchen ist der Frage zu widmen, ob und in welchem Umfang es zu Gewöhnungseffekten/Habituation kommt, d.h., ob die Wirksamkeit von Vogelscheuchen über die Zeit abnimmt. Dazu sind länger dauernde Versuchsreihen zu realisieren.

9.3.2. Einzelabschüsse und Petardeneinsatz

Die Eignung von Einzelabschüssen an sich als Mittel zur Schadenprävention ist nicht gesichert. Sie beruht weitgehend auf dem Knall, wie dies sowohl für den Graureiher (Utschick 1980) als auch für den Kormoran (Parrott et al. 2003) belegt wurde. Am Bodensee besteht die Erfahrung, dass Einzelabschüsse an Stellnetzen als alleinige Massnahme keine nachhaltige Schadensreduktion herbeiführen (Krämer 2009, briefl.). Auch der Einsatz von Petarden als alleinige Massnahme wird von den Berufsfischern am Neuenburgersee als wenig effektiv beurteilt, denn die Kormorane gewöhnen sich sehr schnell daran.

Dennoch zeigen die Ergebnisse von Stickley & King (1995), dass Einzelabschüsse und Petardeneinsatz geeignete Mittel sein können, um die abschreckende Wirkung von Vogelscheuchen zu verstärken bzw. sie über die Zeit aufrecht zu erhalten. Dass Abschüsse in diesem Rahmen auf dem Neuenburgersee von der Fischereiaufsicht vorgenommen würden, wäre grundsätzlich denkbar (Techkom 2009, mündl.). Somit wären Einzelabschüsse ausserhalb der Brutzeit als flankierende Massnahme ein Ansatz, dessen zukünftige Prüfung sinnvoll wäre. Zu beachten gilt allerdings, dass die Berufsfischer am Neuenburgersee Abschüssen skeptisch gegenüber stehen, einerseits, weil sie negative Reaktionen der Öffentlichkeit und damit Imageschäden befürchten, andererseits, weil sie technische Probleme bei der Ausführung sehen, da die meisten Berufsfischer keine Jäger sind (Pedroli 2007).

9.4. Kommunikation

Im Laufe des Projektes erhielten wir den Eindruck, dass den Berufsfischern die Verbindungen und Zusammenhänge zwischen dem lokalen Kormoranvorkommen und dem paneuropäischen Populationsystem nicht ausreichend bekannt sind. Uns scheint es deshalb sehr wichtig, die Berufsfischer über die grossräumige Lage zu informieren. Auch wenn die Kenntnisse über die europäische Situation die eigene Lage nicht verändert, so können sie doch die Erwartungen relativieren, die in kurzfristige und regionale Massnahmen auf dem Neuenburgersee gesetzt werden. Zudem kann dadurch Verständnis für das Machbare gefördert werden.

9.5. Sozioökonomische Belange

Um die Wirkung von Präventionsmassnahmen zu evaluieren, empfehlen wir, neben den naturwissenschaftlich-technischen, auch die sozioökonomischen Konsequenzen zu erheben. Dazu empfiehlt sich der Vergleich von Ergebnissen aus den herkömmlichen Fangaktivitäten mit solchen, die aus dem Einsatz von Präventionsmassnahmen entstehen; geprüft werden sollen Erträge/Ertragsausfälle, Material- und Personalkosten.

10. Schlussbemerkung

Bei der Wirkungsbeurteilung der Massnahmen sowie den Empfehlungen für Anpassungen in der Fischereipraxis berücksichtigten wir neben quantitativen Daten auch qualitative Erkenntnisse, die wir während der täglichen Arbeit auf dem See gewonnen hatten. Diese Vorgehensweise drängte sich auf, weil vielfältige und nicht immer offenkundige Faktoren unsere Versuche beeinflussten. Da auch die Wechselwirkungen unter den Faktoren zu komplex waren, erwies es sich als schwierig, einzelne Faktoren herauszugreifen, zu prüfen und gesicherte Aussagen zu erzielen. Ein Beispiel für die Komplexität der Sachlage sind die Löcher in den Netzen. Während unserer Erhebungen hat sich gezeigt, dass die methodische Ansprache und die eindeutige Zuordnung zu einem Verursacher nicht ohne weitere Abklärungen möglich sind.

Unsere Arbeit greift einen Teil der wirkenden Faktoren auf, weist aber auch auf Unsicherheiten hin, die zu klären im Rahmen dieser Arbeit nicht möglich war. Wir sind aber der Auffassung, dass in der Diskussion um Lösungen eine differenzierte Betrachtung, insbesondere der biologischen Einflussfaktoren und Fakten, zwingend nötig ist. Dies bedeutet, dass unsichere Sachverhalte als solche offen zu legen sind, und dass diese Unklarheiten vor ihrer weiteren argumentativen Verwendung durch gezielte

Forschung geklärt werden müssen. Generalisierende und vereinfachende Annahmen können zu zwar plausiblen, aber nur bedingt wahren Schlussfolgerungen und Schlüssen führen. Gerade in der aktuellen Diskussion um Kormoranschäden wäre es sehr wichtig, sich auf gesicherte oder zumindest qualitativ gut untermauerte Daten, statt auf generalisierende Annahmen zu stützen.

Wir hoffen, mit unserer Arbeit einen Beitrag zum sachlichen Umgang mit der Thematik leisten zu können.

Dank

Der Sektion Jagd, Wildtiere und Waldbiodiversität, Dr. Bruno Stadler und Dr. Reinhard Schnidrig, danken wir für den interessanten und spannungsreichen Auftrag. Den Mitgliedern der Technischen Kommission des Fischereikonkordates Neuenburgersee: Arthur Fiechter (NE), Jean-Daniel Wicky (FR) und Frédéric Hofman (VD) sowie dem Fischereiaufseher Olivier Bessire, für das stete Interesse am Projekt, die Unterstützung in rechtlichen Fragen und die Flexibilität in Bezug auf die erforderlichen Bewilligungen. Dr. Augstin Krämer für seine schriftlichen Mitteilungen zu unseren Fragen. Dr. Verena Keller und Dr. Luc Schifferli der Schweizerischen Vogelwarte Sempach, für die laufende Information über die Entwicklung des Kormoranbestandes in der Schweiz, das Zurverfügungstellen unpublizierter Daten und schwer zugänglicher Literatur. Michel Antoniazza für die Einführung ins Gebiet Neuenburgersee, Daten zum Kormoranvorkommen im Jahresverlauf und die fachliche Unterstützung. Dr. Thomas Bergnballe für seine Hilfsbereitschaft, uns Einblicke in die nordeuropäische Situation zu ermöglichen. Prof. Jean-Bernard Bächtiger für seine grosszügige Unterstützung des Projektes. Zu danken ist auch unsren Helfern Gérald Kyburz, Benjamin Textor und David Vischer für die praktische Unterstützung bei der Datenerhebung.

Besonderer Dank gebührt dem Berufsfischer Samuel Progin für die Einführung in die Berufsfischerei, die innovative und stets wohlwollende Zusammenarbeit, für seinen Einsatz während den Versuchen auf dem See und den vielfältigen technischen Support. Ohne seinen grossen Einsatz wäre das Projekt nicht durchzuführen gewesen.

Quellen

- Antoniazza M. 2009. Données du recensement Lac de Neuchâtel / janvier 2009. Homepage der Grande Caricaie. Groupe d'étude et de gestion (GEG). <http://www.grande-caricaie.ch/spip/spip.php?rubrique209>
- Anon. 2003. Konkordat vom 19. Mai 2003 über die Fischerei im Neuenburgersee
- Anon. 2006. Reglement vom 28. April 2006 über die Ausübung der Fischerei im Neuenburgersee in den Jahren 2007, 2008 und 2009
- Barras S.C., Godwin K.C. 2005. Controlling Bird Predation at Aquaculture Facilities: Frightening Techniques. Southern Regional Aquaculture Center (SRAC) SRAC Publ. No. 401, 4 pp
- Bauer K.M., Glutz von Blotzheim U.N. 1966. Handbuch der Vögel Mitteleuropas Band I. Frankfurt a.M.: 239 – 261.
- Bezzel E., Prinziger R. 1990. Sinnesorgane - Auge. Ornithologie. Eugen Ulmer, Stuttgart: 148 - 154
- Bohnet N.A. 2007. Augenuntersuchung beim Vogel. Inaugural- Dissertation zur Erlangung der tiermedizinischen Doktorwürde der Tierärztlichen Fakultät der Ludwig-Maximilians-Universität München
- Bregnballe T. 1995. Development of breeding population of Cormorant *Phalacrocorax carbo sinensis* in Denmark, 1938-1994. Dansk Ornithol. Foren. Tidsskr. 89: 119-134.
- Colicchia G., Künzl A., Wiesner H. 2000. Physik und Medizin Sehen. Physikalisches und medizinisches Hintergrundwissen zum Thema Sehen. Ludwig-Maximilians-Universität München.
- Draulans D. 1987. The effectiness of attempts to reduce predation by fish-eating birds: A review. Biol. Cposev. 39:219-231.
- Egloff K., Krämer A. 2004. Kormoranschäden in der Netzfischerei am Bodensee-Untersee. Fischer & Teichwirt 59: 884-885.
- Frederiksen M., Bregnballe T. 2000a. Diagnosing a decline in return rate of 1-year-old cormorants: mortality, emigration or delayed return? Journal of Animal Ecology 69: 753-761.
- Frederiksen M., Bregnballe T. 2000b. Evidence for density-dependent survival in adult cormorants from combined analysis of recoveries and resightings. Journal of Animal Ecology 69: 737-752.
- Gremillet D., Schmid D. 1993. Zum Nahrungsbedarf des Kormorans *Phalacrocorax carbo sinensis*. Gutachten Ministerium Natur, Umwelt u. Landesentwicklung Schleswig Holstein
- Keller T.M. 1996. Maßnahmen zur Abwehr von Kormoranen - Eine Übersicht. - Orn. Anz. 35 (1): 13-23.
- Keller T.M. 1998. Die Nahrung von Kormoranen (*Phalacrocorax carbo sinensis*) in Bayern. J. Ornithol. 139: 389-400.
- Keller T.M. & Visser G.H. 1999. Daily energy expenditure of Great Cormorants *Phalacrocorax carbo sinensis* wintering at Lake Chiemsee. Southern Germany. Ardea 87: 61-69.
- Keller T.M., Lanz U. 2003. Great Cormorant *Phalacrocorax carbo sinensis* management in Bavaria, southern Germany – What can we learn from seven winters with intensive shooting? Cormorants: Ecology an Management. Proceedings of the 5th International Conference on Cormorants. Vogelwelt 124 Suppl.: 339-348.
- Keller V. 2008. Kormoranbruten Schweiz 2008. Faktenblatt Kormoran Schweizerische Vogelwarte, Sempach.
- Keller V., Gerber A. 2009. Kormoranbruten Schweiz 2009. Faktenblatt Kormoran Schweizerische Vogelwarte, Sempach.
- Keller V. 2009. Schweizerische Vogelwarte, Sempach; briefl. Mitteilung am 28.1.2009
- Keller V. 2010. Schweizerische Vogelwarte, Sempach; briefl. Mitteilung am 7.1.2010

- Kieckbusch J.J., Knief W. 2007. Brutbestandsentwicklung des Kormorans *Phalacrocorax carbo sinensis* in Deutschland und Europa. Tagungsband der Fachtagung Kormorane 2006; 26.-27. September 2006 in Stralsund. Bearbeitung: Herzig F. & Böhnke B.; Herausgeber: Bundesamt für Naturschutz Bonn: 28-47.
- Krämer A. 2009. briefl. Mitteilung am 06.02.2009
- Littauer G.A. 1990. Avian predators. Southern Regional Aquaculture Center (SRAC) SRAC Publ. No. 401, 4 pp.
- Martin G.R., White C. R., Butler P.J. 2008. Vision and the foraging technique of great cormorants *Phalacrocorax carbo*: pursuit or close-quarter foraging? *Ibis* 150 (3): 485-494.
- Maumary L., Valloton L. Knaus P. 2007. Die Vögel der Schweiz. Schweizerische Vogelwarte, Sempach, und Nos Oiseaux, Montmillon.
- Meyer D.B. 1977. The visual system in vertebrates – The avian eye and its adaptations. In: Crescitelli F (ed): Handbook of sensory Physiology Vol. VII/5. Springer Berlin, New York: 549 - 611.
- Parrott D., McKay H.V., Wotla G.V., Bishop J.D., Langton S. 2003. Effects of a short-term shooting program on nonbreeding cormorants at inland fisheries. *Wildlife Society Bulletin* 31(4)/2003: 1092-1098.
- Pedroli J.C. 2007. Problématique des „dégâts“ causes par le Grand Cormoran (*Phalacrocorax carbo*) à la pêche et à la faune piscicole. Typoscript; 11 pp + Annexe.
- Rapin, P. 2003. Grand Cormorant *Phalacrocorax carbo*: première nidification en Suisse d'oiseaux d'origine sauvage. *Nos Oiseaux* 50: 21-27.
- Rippmann U., Müller W., Peter M. & Staub E. 2005. Erfolgskontrolle Kormoran und Fischerei sowie neuer Massnahmenplan 2005. Bericht der Arbeitsgruppe Kormoran und Fischerei, Bundesamt für Umwelt, Wald und Landschaft, Bern.
- Robin K., Graf R.F. 2008. Zum Management des Kormorans *Phalacrocorax carbo sinensis* am Neuenburgersee während der Brutzeit. Gutachten der Fachstelle für Wildtier- und Landschaftsmanagement WILMA der Zürcher Hochschule für Angewandte Wissenschaften ZHAW für die Sektion Jagd, Wildtiere und Waldbiodiversität JAWIWA des Bundesamtes für Umwelt BAFU. © BAFU & ZHAW; Typoscript 33 pp.
- Robin K., Vogel M. 2009a. Schäden an Fischernetzen durch Kormorane *Phalacrocorax carbo sinensis*. Präventionsprojekt Neuenburgersee Zwischenbericht April 2009. Analyse der Fachstelle für Wildtier- und Landschaftsmanagement WILMA der Zürcher Hochschule für Angewandte Wissenschaften ZHAW für die Sektion Jagd, Wildtiere und Waldbiodiversität JAWIWA, Abteilung Artenmanagement AMA, Bundesamt für Umwelt BAFU. © BAFU & ZHAW; Typoscript; 31 pp.
- Robin K., Vogel M. 2009b. Schäden an Fischernetzen durch Kormorane *Phalacrocorax carbo sinensis*. Präventionsprojekt Neuenburgersee. Stand der Arbeiten April 2009. Typoscript, 2 pp.
- Robin K., Vogel M. 2009c. Schäden an Fischernetzen durch Kormorane *Phalacrocorax carbo sinensis*. Präventionsprojekt Neuenburgersee. Stand der Arbeiten Juni 2009. Typoscript, 3 pp.
- Robin K., Vogel M. 2009d. Schäden an Fischernetzen durch Kormorane *Phalacrocorax carbo sinensis*. Präventionsprojekt Neuenburgersee. Stand der Arbeiten Oktober 2009. Typoscript, 4 pp.
- Rutschke, E. 1998. Der Kormoran: Biologie, Ökologie, Schadabwehr. 4. Auflage. Parey Buchverlag im Blackwell Wissenschafts-Verlag. Berlin.
- Schifferli L., Burkhardt M. & Kestenholz M. 2005. Bestandsentwicklung des Kormorans *Phalacrocorax carbo* in der Schweiz 1967-2003. *Ornithol. Beob.* 102: 81-96.
- Schifferli L., Burkhardt M. & Keller V. submitted. Population of Great Cormorant *Phalacrocorax carbo* wintering in Switzerland 1967-2006.
- Schmid D., Gremillet D., Culik B.M. 1995. Energetics of underwater swimming in the Great Cormorant *Phalacrocorax carbo sinensis*. *Marine Biology* 123(4): 875-881

- Schjørring S., Gregersen J. & Bregnballe T. 2000. Sex differences in criteria determining fidelity towards breeding sites in the Great Cormorant. *J. Anim. Ecol.* 69: 214-223
- Sterup J., Bregnballe T., Eskildsen J. 2005. Oiling of Great Cormorants in Denmark and behavioural responses to oiling. 7th International Conference on Cormorants; 4th Meeting of Wetlands International Cormorant Research Group, 23-26 November 2005, Villeneuve (VD), Switzerland. Abstract und schriftliche Aufzeichnungen des Vortrags durch Schifferli L.
- Stickley A.R., Mott D., King J.O. 1995. Short. Term effects of an inflatable effigy on cormorants at catfish farms. *Wildlife Society Bulletin* 23: 73-77.
- Stickley A. R., King J. O. 1995. Long-term trial of an inflatable effigy scare device or repelling cormorants. from catfish ponds. *Proceedings of the Eastern Wildlife Damage Control Conference* 6: 89-92.
- Strod T.; Izhaki I., Arad Z.; Katzir G. 2008. Prey detection by great cormorant (*Phalacrocorax carbo sinensis*) in clear and in turbid water *Journal of experimental Biology*, 211 (6): 866-872.
- Suter W. 1989. Bestand und Verbreitung in der Schweiz überwinternder Kormorane *Phalacrocorax carbo*. *Ornithol. Beob.* 80: 25-52.
- Suter W. 1993. Kormoran und Fische. Veröffentlichung aus dem Naturhistorischen Museum Bern Nr.1, 36 pp.
- Suter W. 1995. Are Cormorants *Phalacrocorax carbo* wintering in Switzerland approaching carrying capacity? An analysis of increase patterns and habitat choice. *Ardea* 83: 255-266.
- Techkom. 2009. mündl. Mitteilungen anlässlich der Sitzung der technischen Kommission Fischereikonkordat Neuenburgersee in Estavayer-le-Lac am 30.2.2009
- Utschick H. 1993. Die ökologische Situation des Graureihers in Bayern. Ergebnisse des Forschungsauftrages 1977-1979. Bayerische Landesanstalt für Bodenkultur und Pflanzenbau, Institut für Vogelkunde, Garmisch-Partenkirchen.
- Vischer D. 2010. Wie reagieren Kormorane auf Vergrämung? Bsc-Arbeit. ZHAW, IUNR, Wädenswil. 39 pp; unveröffentlicht
- White CR., Day N., Butler PJ., Martin GR. 2007. Vision and Foraging in Cormorants: More like Herons than Hawks? *PLoS ONE* 2(7): e639.doi:10.1371/journal.pone.0000639.
- Wißmath P., Wunner U., Huber B. 1998. Kormoranschäden an Stellnetzen der Seenfischer- eine hinnehmbare Bagatelle oder ein handfester fischereiwirtschaftlicher Schaden? *Fischer und Teichwirt* 12/98: 486-489.

Anhänge

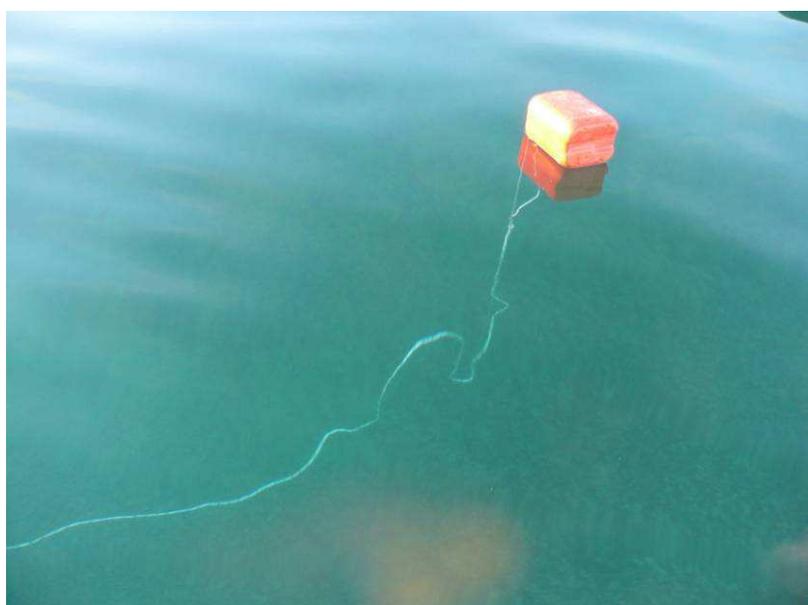
Fotoanhang.....	57
Datentabelle Sommerversuche.....	63
Datentabelle Winterversuche.....	64



Fotoanhang Abb. 1 bis 6
Bildabfolge der Vogelscheuchenbojen - Bergung mittels
Reusenkran. Aufgrund des grossen Gewichts und der grossen
Abmessungen ist für den Einsatz solcher Bojen ein grosses Boot
notwendig (© Muriel Perron)



*Fotoanhang Abb. 7
Die Netze wurden während des Felchen- Laichfischfangs sehr nahe am Ufer gesetzt. Das innere Netzende (Boje) kam jeweils lediglich in ca.15 Meter Abstand vom Ufer zu liegen.
(© Michael Vogel)*



*Fotoanhang Abb. 8
Aufgrund der geringen Tiefe sind die Netze während des Felchen- Laichfischfangs für Kormorane vermutlich sehr einfach und direkt zu sehen. Die transparenten Bojen machen folglich nur dann Sinn, wenn die Netze in einer gewissen Tiefe ausgebracht werden. Die sichtbare weisse Leine ist die Schwimmleine am oberen Ende des Netzes.
(© Michael Vogel)*



*Fotoanhang Abb. 9
Wiederum aufgrund der geringen Wassertiefe mussten die Kormoranbojen (links) während des Felchen- Laichfischfangs parallel zum Versuchsnetz (rechts)ausgebracht werden. Dies war nötig, weil ansonsten das Risiko von Verwicklungen bestand. Rechts im Bild sind die beiden Bojen des Versuchsnetzes zu sehen.
(© Michael Vogel)*



*Fotoanhang Abb. 10
Zwei Kormorane folgten am
3.Dezember dem Fischerboot und
tauchten wiederholt am Netz mit
den unsichtbaren Bojen. Im
Winter scheint sich diese
Massnahme also kaum zu
bewähren. Im Bild sieht man
einen der beiden kurz nach dem
Auftauchen sowie eine der
unsichtbaren Bojen im
Vordergrund.
(© Muriel Perron)*



*Fotoanhang Abb. 11
Junge Mittelmeermöwen
beschädigten wiederholt die
Kormoranbojen. Ihr Interesse galt
offensichtlich dem Styropor, mit
welchem die Kormoranbälge
ausgestopft waren. Dies verkürzte
die Lebensdauer der Bojen
erheblich.
(© Michael Vogel)*



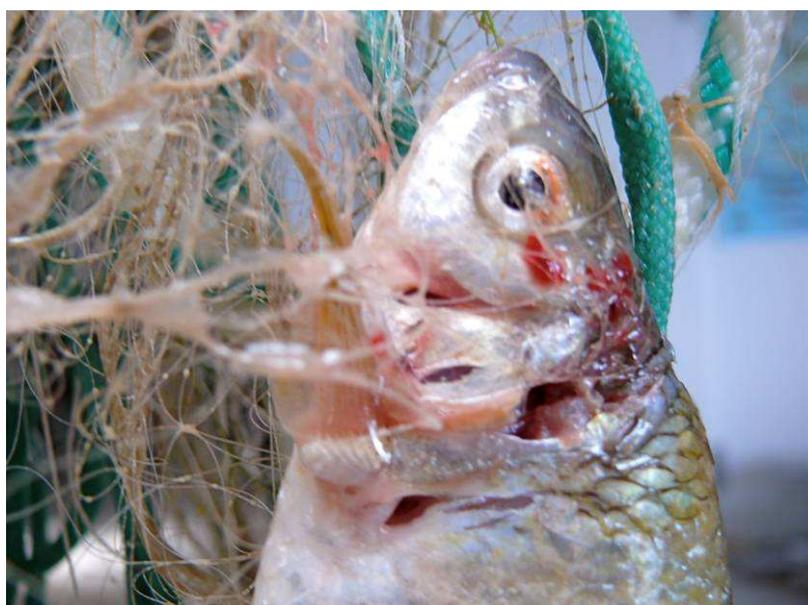
*Fotoanhang Abb. 12
Während dem Barschfang am 10.
August wurden in einem
Kontrollnetz 11 Fische verletzt.
Davon wiesen acht Rotaugen und
ein Barsch für Kormoranattacken
typische Verletzungen auf.
(© Michael Vogel)*



*Fotoanhang Abb. 13
Am 9.12.2009 erfolgten die stärksten Kormoranattacken während dem Felchen-Laichfischfang. Dieses Loch im Kontrollnetz wurde möglicherweise von einem Kormoran verursacht.
(© Michael Vogel)*



*Fotoanhang Abb. 14
Die Ursachen für Löcher im Netz sind vielfältig. Muscheln und Steine finden sich oft im Netz und können auch Löcher verursachen. Insbesondere mittelgrosse Löcher lassen sich nicht mit Sicherheit einem Verursacher zuordnen. Im Bild ein knapp 30 cm grosser, von Muschel besetzter Stein in einem Versuchsnetz während dem Felchen- Laichfischfang.
(© Michael Vogel)*



*Fotoanhang Abb. 15
Ein Rotaugen mit für Kormoranattacken typischen Verletzungen im Kopfbereich. Sie werden durch den Haken am Oberschnabel verursacht.
(© Michael Vogel)*



*Fotoanhang Abb. 16
Ein geköpfter Flussbarsch in einer Reuse am 14. Juli. Hier ist der Kormoran höchstwahrscheinlich der Verursacher. Der Fisch wurde hinter den Kiemendeckeln gepackt, konnte aber nur bis zum Ansatz der Rückenflusse durch die Maschen gezogen werden. Danach wird der Widerstand zu gross und der Kopf reisst ab. Kleinere Barsche können vermutlich vollständig herausgezogen werden.
(© Michael Vogel)*



*Fotoanhang Abb. 17
Der Fang aus 6 Reusen, die am 24. Juli kontrolliert wurden, aufgeteilt in 8 verletzte (links) 17 nicht mehr verwertbare (Mitte) und 22 unverletzte Flussbarsche. Die Fische, die noch verwertbar waren, lebten noch, wiesen aber Verletzungen im Bereich des Kopfes auf. Der finanzielle Schaden bei Attacken auf Reusen ist verhältnismässig hoch, da ausschliesslich Flussbarsche betroffen sind und diese die höchsten Preise erzielen.
(© Michael Vogel)*

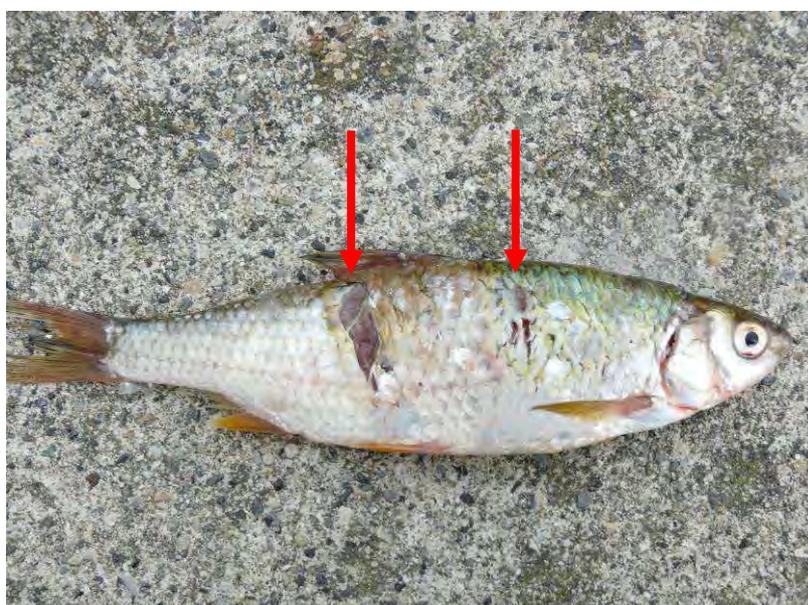


*Fotoanhang Abb. 18
Während des Laichfischfangs am 9. Dezember wiesen in einem Kontrollnetz 5 Felchen für Kormoranattacken typische Verletzungen auf. Im Unterschied zu den deutlich kleineren Barschen und Rotaugen im Sommer waren die Fische nebst dem Kopfbereich teilweise auch im Körperbereich verletzt. Deutlich blieb aber der Einschlag des hakenförmigen Oberschnabels erkenntlich.
(© Michael Vogel)*

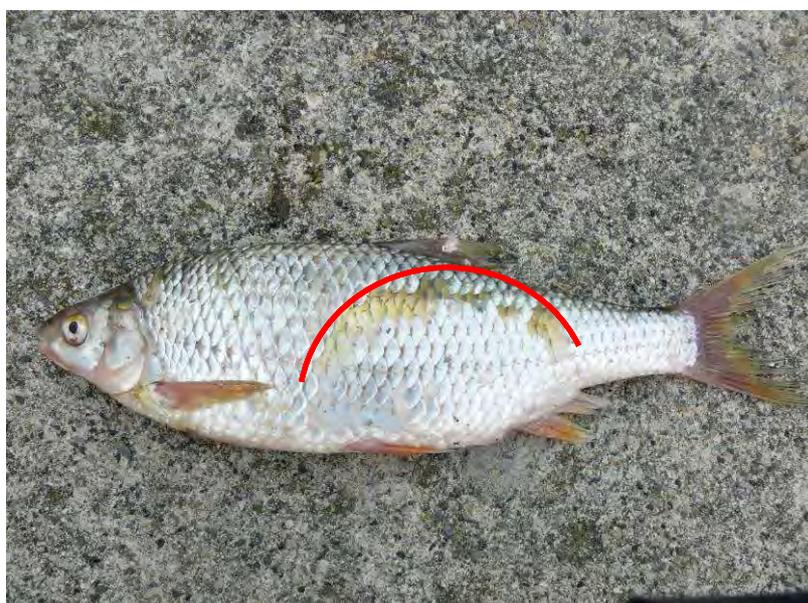


**Fotoanhang Abb. 19 bis 21
Vergleich zwischen für den
jeweiligen Prädator typischen
Verletzungen an Rotaugen:**

*Fotoanhang Abb. 19
Dieses Exemplar wurde von
einem Kormoran verletzt.
Deutlich ist der Einschlag des
Oberschnabel-Hakens im Bereich
des Auges und auf dem
Kiemendeckel zu erkennen.
Solche Verletzungen im
Kopfbereich sind typisch.
(© Michael Vogel)*



*Fotoanhang Abb. 20
In diesem Fall hat ein Hecht
zugebissen. Das Rotaugen wurde
vom Rücken her gepackt. Beide
Zahnreihen des Hechts sind
deutlich zu erkennen. Hingegen
fehlen Verletzungen im
Kopfbereich.
(© Michael Vogel)*



*Fotoanhang Abb. 21
Ein Wels hat dieses Rotaugen von
der Bauseite her verletzt. Deutlich
ist der Umriss des Wels-
Unterkiefers zu erkennen, der mit
feinen Zähnen besetzt ist. Er
hinterlässt – im Unterschied zu
Hecht und Kormoran - keine
tiefen Verletzungen.
(© Michael Vogel)*

Datentabelle Sommerversuche

<i>Messgrösse / Massnahme</i>	Summe		Mittelwert		Stichproben- grösse	Wilcoxon- Statistik	Exakte p-Value	Alternativ- Hypothese
	Kontroll- netz	Massnahmen- netz	Kontroll- netz	Massnahmen- netz				
<i>Fangmenge [Stk]</i>								
Kormoran-Bojen	199	126	39.8	25.2	5	9	0.6875 / 0.4063	less / greater
Vogelscheuche	94	99	23.5	24.8	4	4	0.4375 / 0.6875	less / greater
Unsichtbar	272	308	54.4	61.6	5	5	0.3125 / 0.7813	less / greater
<i>Fangmenge [kg]</i>								
Kormoran-Bojen	18.702	14.934	3.7	3	5	9	0.6875	less
Vogelscheuche	9.026	9.74	2.3	2.4	4	4	0.4375	less
Unsichtbar	26.229	35.28	5.2	7.1	5	4	0.21875	less
<i>Verletzte Fische</i>								
Kormoran-Bojen	0	0	0	0	5	-	-	-
Vogelscheuche	19	2	4.8	0.5	4	6	0.125	greater
Unsichtbar	1	1	0.2	0.2	5	1.5	0.75	greater
<i>Anzahl Löcher</i>								
Kormoran-Bojen	23	28	4.6	5.6	5	7	0.5625	greater
Vogelscheuche	45	31	11.2	7.8	4	7	0.3125	greater
Unsichtbar	27	35	6.8	7	5	1	0.875	greater

Datentabelle Winterversuche

<i>Messgrösse / Massnahme</i>	Summe		Mittelwert		Stichproben- grösse	Wilcoxon- Statistik	Exakte p-Value	Alternativ- Hypothese
	Kontroll- netz	Massnahmen- netz	Kontroll- netz	Massnahmen- netz				
<i>Fangmenge [Stk]</i>								
Kormoran-Bojen	96	73	24	18.2	4	8	0.875 / 0.1875	less / greater
Vogelscheuche	137	99	27.4	19.8	5	14	0.9688 / 0.0625	less / greater
Unsichtbar	51	45	17	15	3	3	0.625 / 0.625	less / greater
<i>Fangmenge [kg]</i>								
Kormoran-Bojen	57	41.65	14.2	10.4	4	9	0.9375	less
Vogelscheuche	67.6	47.6	13.5	9.5	5	15	1	less
Unsichtbar	26.4	23.55	8.8	7.8	3	3	0.625	less
<i>Verletzte Fische</i>								
Kormoran-Bojen	5	1	1.2	0.2	4	2	0.5	greater
Vogelscheuche	0	0	0	0	5	-	-	-
Unsichtbar	1	0	0.3	0	3	1	0.5	greater
<i>Anzahl Löcher</i>								
Kormoran-Bojen	13	16	3.2	4	4	2	0.9375	greater
Vogelscheuche	10	7	2.5	1.8	5	3	0.625	greater
Unsichtbar	8	10	2.7	3.3	3	2.5	0.75	greater

