

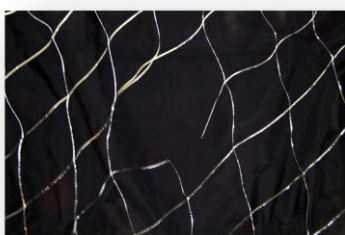


Kormoranschäden an Netzen und Reusen

*Ausmass und Prävention
am Neuenburgersee*



Bericht im Auftrag des Bundesamts für Umwelt BAFU
Abteilung Arten, Ökosysteme, Landschaften
Sektion Jagd, Fischerei, Waldbiodiversität
CH-3003 Bern



März 2012



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

Impressum

Auftraggeber

Bundesamt für Umwelt BAFU
Abteilung Arten, Ökosysteme, Landschaften
Sektion Jagd, Fischerei, Waldbiodiversität
CH-3003 Bern

Auftragnehmer

Fachstelle Wildtier- und Landschaftsmanagement WILMA
Institut Umwelt und Natürliche Ressourcen IUNR
Zürcher Hochschule für Angewandte Wissenschaften ZHAW
Postfach
CH-8820 Wädenswil

Autoren

Prof. Dr. Klaus Robin, Michael Vogel, Dr. Roland F. Graf und Muriel Perron
klaus.robin@zhaw.ch; michael.vogel@zhaw.ch; roland.graf@zhaw.ch; muriel.perron@gmail.com

Begleitung BAFU

Dr. Bruno Stadler und Dr. Reinhard Schnidrig-Petrig

Hinweis: Diese Studie wurde im Auftrag des Bundesamts für Umwelt BAFU verfasst.
Für den Inhalt ist allein der Auftragnehmer verantwortlich.

Titelfotos © Michael Vogel, Klaus Robin

Zitiervorschlag

Robin K., Vogel M., Graf R.F. & Perron M. 2012:

Kormoranschäden an Netzen und Reusen. Ausmass und Prävention am Neuenburgersee.

Bericht der Fachstelle Wildtier- und Landschaftsmanagement WILMA der Zürcher Hochschule für Angewandte Wissenschaften ZHAW für die Sektion Jagd, Fischerei und Waldbiodiversität JAFIWA, Abteilung Arten, Ökosysteme, Landschaften, Bundesamt für Umwelt BAFU. © BAFU & ZHAW. Typoskript; pp. 42 & Anhang.

Zusammenfassung

Die wachsenden Brutbestände und die hohe Zahl an Durchziehern und Überwinterern des Kormorans *Phalacrocorax carbo sinensis* in der Schweiz verursachen zunehmend Konflikte mit Berufsfischern. Besonders ausgeprägt tritt dieser Konflikt am Neuenburgersee auf, wo sich die schweizweit grössten Brutkolonien befinden und sich auch ausserhalb der Brutzeit viele Kormorane aufhalten.

Im Auftrag der Sektion Jagd, Fischerei und Waldbiodiversität des Bundesamtes für Umwelt BAFU befasst sich unsere Fachstelle für Wildtier- und Landschaftsmanagement WILMA seit 2008 mit dieser Thematik.

In einem ersten Teilprojekt prüften wir im Jahr 2009 verschiedene Massnahmen zur Prävention von Kormoranschäden an Fischernetzen. Die technische Anwendbarkeit in der Fischereipraxis liess sich gut testen. Da in unserer Versuchsperiode generell nur wenige Schäden auftraten, konnten wir jedoch die Wirkung der Massnahmen nur ungenügend prüfen. Aufgrund dieser ersten Befunde wurden wir in einem zweiten Teilprojekt damit beauftragt, uns mit folgenden drei Fragestellungen zu befassen:

- (1) Erfassen des Schadensausmasses in Reusen und Netzen in Zusammenarbeit mit lokalen Berufsfischern
- (2) Untersuchung des Potenzials zur Schadensprävention von Petardeneinsätzen an den Fischernetzen
- (3) Untersuchung des Potenzials zur Schadensprävention von doppelwandigen Flussbarschreusen.

Alle Versuche und Erhebungen hierzu fanden im Jahr 2010 während je einer Versuchsperiode im Sommer (12.07.-13.08.) und im Winter (01.12.-24.12.) statt. Die Fangplätze der an der Schadenserhebung beteiligten Berufsfischer waren zufällig auf den ganzen Neuenburgersee verteilt. Die Tests der Präventionsmassnahmen führten wir ausschliesslich in der Region Bas-Lac im nordöstlichen Teil des Neuenburgersees aus. Wir setzten die Fischereigeräte (Netze und Reusen) zeitlich und räumlich jeweils so ein, wie sie auch in der Fischereipraxis üblicherweise verwendet werden. Bei allen Erhebungen wurden als Mass für die Schäden täglich verletzte Fische gezählt und die Verletzungen möglichen Verursachern zugeordnet. Im Rahmen der Petardentests zählten wir zusätzlich die von Tag zu Tag neu entstehenden Löcher in den Netzen.

Schadenserhebung

In allen überprüften Netzen wurden in beiden Fangperioden nur sporadisch verletzte Fische festgestellt. Der den Kormoranen zugeordnete Anteil machte im Mittel weniger als 1% des Gesamtfangs aus. Bei den Reusen lag dieser Wert mit 1-5% etwas höher.

Über die Erfassung der Löcher in den eigenen Versuchsnetzen konnten wir erstmals eine grobe Schätzung der von Prädatoren insgesamt aus den Netzen entnommenen Fische vornehmen. Diese Schätzung beruht auf der signifikanten Beziehung zwischen der Anzahl verletzter Fische und der Anzahl neu entstandener Löcher >10 cm sowie auf Resultaten aus einem Fütterungsexperiment mit im Natur- und Tierpark Goldau gehaltenen Kormoranen. Die Ergebnisse liefern starke Hinweise darauf, dass neue Löcher in den Netzen zum Teil durch Aktionen von Prädatoren wie Kormorane und Raubfische erklärt werden können und dass verletzte Fische gute Indikatoren für das Ausmass solcher Aktionen sind. Der Einfluss der beiden Prädatoren ist aber nicht entscheidend für die Haltbarkeit der Netze, zumal andere Schadensursachen oftmals eine grössere Wirkung haben. Kormorane und Raubfische haben vermutlich ähnlich viele Fische aus den Netzen entfernt. Der Anteil durch Kormorane entfernt oder verletzter Fische dürfte unter den aktuellen Bedingungen im Neuenburgersee im Sommerhalbjahr im Bereich zwischen 0.5 bis maximal 3.5 Fischen pro Netz liegen, was einem mittleren Anteil von 0.4% bis maximal 3.2% am Fang des Netzes entspricht. Der kumulierte kormoranbedingte Gesamtschaden durch verletzte Fische und Fischentnahmen in den Flussbarschnetzen lag bei unseren Erhebungen im Bereich zwischen 1.2% und 3.9%.

Während des Felchen-Laichfischfangs im Winter konnte die genannte Beziehung nicht belegt werden, da praktisch keine Schadensereignisse auftraten.

Wirkung der Präventionsmassnahmen

Die Datengrundlage über verletzte Fische war nicht ausreichend, um die Wirkung der Präventionsmassnahmen quantitativ bewerten zu können. Beobachtungen einzelner Kormorane, die sich nicht durch Petarden vom Netz verscheuchen liessen, deuten jedoch darauf hin, dass Petarden kein geeignetes Mittel sind, um Kormorane von den Netzen fernzuhalten. Werden Schadensereignisse vor allem durch einzelne Kormorane verursacht (Spezialistenhypothese) – wofür gewisse Hinweise auf Grund qualitativer Beobachtungen vorliegen – könnten Einzelabschüsse an den Netzen die Wirkung der Petarden verbessern. Die Doppelwandreusen boten Barschen ungenügenden Schutz; die Fische wurden trotz doppelwandiger Konstruktion geschädigt.

Empfehlungen und Forschungsbedarf

In der Fischereipraxis sehen wir Potenzial zur Schadensverminderung durch frühzeitiges Heben der Netze vor der Hauptaktivität der Kormorane und durch eine Erhöhung der Hebefrequenz der Reusen. Zudem sollte die aktuelle Praxis der Fischabfallentsorgung angepasst werden, um die Gefahr der Konditionierung der Kormorane auf die Fischereiaktivitäten zu minimieren.

In der aktuellen Situation ist das Schadensniveau gering. Um auf allfällige Veränderungen angemessen reagieren zu können, empfehlen wir ein systematisches Monitoring der Schäden. Ein entsprechendes Methodenblatt liegt diesem Bericht bei (Vogel et al. 2012).

Das Raum-Zeit-Verhalten der Kormorane ist ein bedeutender Faktor für das Schadensaufkommen und für die Wirksamkeit möglicher Präventionsmassnahmen. Wir empfehlen deshalb eine Telemetrie-Studie, um diesen Sachverhalt zu untersuchen. In diesem Rahmen könnte auch untersucht werden, ob es sich bei den Kormoranen, die Fischereigeräte aufsuchen, um Spezialisten handelt, wofür es einige Hinweise gibt.

Inhaltsverzeichnis

Einleitung	8
1. Projektauftrag und -ablauf	9
1.1. Projektauftrag.....	9
1.2. Projektablauf.....	9
2. Ausgangslage	10
2.1. Aktuelle Situation der Kormoranbestände in der Schweiz	10
2.1.1. Sommer- und Brutvorkommen	10
2.1.2. Wintervorkommen.....	12
2.2. Kormoranvorkommen am Neuenburgersee	13
2.2.1. Sommer- und Brutvorkommen	13
2.2.1. Wintervorkommen und Durchzugsspitzen	13
2.2.2. Schadenssituation	14
3. Material und Methoden	15
3.1. Die Versuchsregion.....	15
3.2. Versuchszeiten	16
3.3. Schadenserhebung Berufsfischer	17
3.4. Präventionspotenzial Doppelwandreusen	18
3.5. Präventionspotenzial von Petarden	19
3.6. Erhebung Netzschäden.....	21
3.7. Statistische Datenauswertung	22
3.7.1. Auswertung der Netzschäden	22
3.8. Qualitative Erkenntnisse	23
4. Ergebnisse und Diskussion	24
4.1. Schadensausmass	26
4.1.1. Erhebung Berufsfischer	26
4.1.2. Diskussion Schadenvorkommen.....	28
4.2. Schadensprävention	31
4.2.1. Präventionspotenzial doppelwandiger Reusen	31
4.2.2. Präventionspotenzial von Petardeneinsätzen am Netz.....	33
4.2.3. Diskussion Schadensprävention und Anwendung in der Fischereipraxis	35
5. Empfehlungen	36
5.1. Hilfsmittel bei der Schadensansprache	36
5.2. Anpassung der Fischereipraxis	37
5.3. Präventionsmassnahmen	37
5.4. Künftiger Forschungsbedarf	37
5.4.1. Kenntnislücke Raumnutzung des Kormorans	37

5.4.2. Präventionsmassnahmen und Methoden.....	38
5.5. Überlegungen zur Thematik des Beifangs.....	39
Dank.....	40
Quellenverzeichnis.....	41
Anhänge.....	44
A. Statistische Analysen und Berechnungen.....	45
Zusammenhang zwischen verletzten Fischen und Netzschäden.....	45
Vergleich Anzahl verletzter Fische und neu entstehende Löcher.....	45
Grobe Quantifizierung der kormoran-verursachten Schäden.....	48
Fazit aus der statistischen Lochanalyse für die Schadensbeurteilung.....	50
B. Methodenblatt Erhebung Kormoranschäden.....	51

Einleitung

Der Kormoran *Phalacrocorax carbo sinensis* etabliert sich in der Schweiz und anderen Ländern Mitteleuropas als Brutvogel. Im Sommer 2010 wurden in unserem Land 560 Brutpaare in 7 Kolonien gezählt (Keller & Müller 2010). Zudem machen viele ziehende Kormorane Halt in der Schweiz und bleiben einige Zeit hier. Die fischfressenden Vögel geraten in Konflikt mit der Berufsfischerei. In erster Linie werden sie von den Fischern als Konkurrenten im Fischfang wahrgenommen. Kormorane verursachen aber auch gewisse Schäden, indem sie Fische aus den Fischereigeräten erbeuten und dabei Netze zerreißen oder angepickte Fische darin zurücklassen. Diese Situation präsentierte sich in besonderem Masse am Neuenburgersee, wo die grössten Brutkolonien der Schweiz (Total 416 BP, Stand 2011; Keller briefl.) und eine verhältnismässig intensive Berufsfischerei aufeinander treffen. Im Auftrag des Bundesamtes für Umwelt BAFU, Sektion Jagd, Fischerei und Waldbiodiversität, haben Pedroli (2007) und Robin & Graf (2008) die Situation am Neuenburgersee beurteilt. Während Pedroli das Schadensausmass mittels Befragungen quantifizierte, beurteilten Robin & Graf die populationsökologische Situation. Im Anschluss an diese beiden Arbeiten untersuchten Robin et al. (2010), welche Möglichkeiten zur Schadensprävention an den Netzen der Berufsfischer bestehen. Als Ausgangslage dieser Untersuchung wurde angenommen, dass diese Schäden für die Fischer in erheblichem Masse einkommensrelevant sind, was zu Beginn der Untersuchung gemeinhin als gegeben galt. Diese Annahmen basierten im Wesentlichen auf zwei Gutachten vom Neuenburgersee (Pedroli 2007) und vom Bodensee (Egloff & Krämer 2004).

Im Rahmen der Tests der Präventionsmassnahmen stellten Robin et al. 2010 fest, dass die Schadensursachen an den Netzen sehr vielfältig sind und dass dieser Umstand bis dahin nicht ausreichend berücksichtigt worden war. Das tatsächlich dem Kormoran zuzuschreibende Schadensausmass wurde tendenziell kleiner beurteilt, als noch von Egloff & Krämer (2004) und Pedroli (2007).

Bei Robin et al. 2009 und 2010 stand die Bewertung der Effekte von Präventionsmassnahmen im Vordergrund und nicht eine systematische Schadenserhebung. Entsprechend konnte das Schadensausmass nur grob beurteilt werden, indem die Anzahl verletzter Fische in Netzen während des Fangs von Flussbarsch *Perca fluviatilis* im Sommer und während des Laichfischfangs von Felchen *Coregonus ssp.* im Winter erhoben wurden. Netzschäden wurden nicht berücksichtigt, da eine Vielzahl von Faktoren zu Netzschäden führen kann und die Ursache für neu entstandene Löcher in den Netzen nicht eindeutig identifiziert werden konnte. Dennoch dürften die Grössenordnungen der Schadensschätzungen näher an der Realität liegen als die vorhergehenden Beurteilungen, da sie erstmals auf differenzierten Felderhebungen basieren. Robin et al. 2010 stellten weiter fest, dass Kormorane auch zum Barschfang eingesetzte Reusen aufsuchen und darin befindliche Fische verletzen.

Das erste Teilprojekt (Robin et al. 2010) ergab also divergierende Resultate bezüglich Schadensausmass im Vergleich mit früheren Studien, und zudem boten sich neue Möglichkeiten der Schadensprävention an. Deshalb beauftragte die Sektion Jagd, Fischerei und Waldbiodiversität JAFIWA des Bundesamtes für Umwelt BAFU die Fachstelle Wildtier- und Landschaftsmanagement WILMA der ZHAW Wädenswil in einem zweiten Teilprojekt mit der Quantifizierung der durch Kormorane verursachten Schäden sowie dem Test weiterer Präventionsmöglichkeiten.

1. Projektauftrag und -ablauf

1.1. Projektauftrag

Basierend auf den Resultaten des ersten Teilprojekts (Robin et al. 2010) lag der Fokus im hier behandelten zweiten Projekt auf der Quantifizierung der durch Kormorane verursachten Schäden auf dem Neuenburgersee sowie auf dem Test weiterer Präventionsmöglichkeiten. Konkret untersuchten wir folgende drei Fragestellungen:

1. *Schadenserhebung an Reusen und Netzen in der Berufsfischerei:* Als Mass für das Schadensaufkommen erhoben wir die Anzahl verletzter Fische in Netzen und Reusen in Zusammenarbeit mit mehreren Berufsfischern. In eigenen Netzen erfassten wir zusätzlich die Anzahl Löcher nach jedem Fangereignis. Anschliessend bewerteten wir das kormoranbedingte Schadensausmass am Neuenburgersee, unter Einbezug der Daten aus der letztjährigen Untersuchung (Robin et al. 2010).

2. *Präventionspotenzial doppelwandiger Reusen:* Mittels Stichproben (Robin et al. 2010) stellten wir 2009 fest, dass Kormorane zum Barschfang eingesetzte Reusen regelmässig aufsuchen und gewisse Schäden verursachen. Wir erfassten weitere Daten zum Schadensausmass in den Reusen und untersuchten das Potenzial doppelwandiger Reusen, welche die gefangenen Barsche vor Attacken durch Kormorane schützen sollten.

3. *Präventionspotenzial von Petardeneinsätzen am Netz:* In Zusammenarbeit mit Berufsfischern untersuchten wir die Wirkung von Petardeneinsätzen auf die Anwesenheit der Kormorane an den Netzen.

1.2. Projektablauf

Das Projekt dauerte von Mai 2010 bis Februar 2012. Es wurden zwei Versuchsperioden gewählt. Die erste fand während der Flussbarsch-Fangaison zwischen dem 12.07. und 13.08.2010 statt, die zweite während der Felchen-Laichfischfangaison zwischen dem 01. und 24.12. Die Feldversuche mit den Versuchsnetzen wurden in enger Zusammenarbeit mit einem Berufsfischer in Hauterive (NE) realisiert. An der Schadenserhebung waren Berufsfischer rund um den See beteiligt. Die beteiligten kantonalen Stellen wurden in regelmässigen Abständen über den Fortgang der Versuche orientiert.

2. Ausgangslage

2.1. 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. Die Entwicklungen bis 2009 sind in Robin et al. (2010) dokumentiert. An dieser Stelle sollen deshalb nur die wichtigsten Zusammenhänge erklärt und die neusten Entwicklungen dargestellt werden.

2.1.1. Sommer- und Brutvorkommen

Das Kormoranvorkommen in der Schweiz ist Teil eines offenen, gesamteuropäischen Populationssystems und lässt sich gegenüber anderen Vorkommen nicht klar abgrenzen. Im Sommer setzt sich der Bestand aus brütenden Vögeln, aus den in den Kolonien heranwachsenden Juvenilen sowie aus nicht am Brutgeschehen beteiligten Adulten und Immaturen zusammen (Robin & Graf 2008). Derzeit bestehen aber keine Erhebungen, die diese Altersgruppen separat ausweisen. Die Brutvorkommen werden seit 2001 von der Schweizerischen Vogelwarte Sempach jährlich erhoben. Zusammenfassende Berichte über den Kormoran als Brutvogel und eine Ringfundanalyse liegen seit Kurzem vor (Keller et al. 2012, Antoniazza et al. 2012).

Die bestehenden Erhebungen zeigen, dass der Brutbestand in der Schweiz seit 2009 um knapp 250 Brutpaare angewachsen ist. Das Wachstum lag dabei 2009/2010 vorübergehend tiefer als in den Vorjahren, zwischen 2010 und 2011 hingegen deutlich darüber (Keller & Gerber 2009; Keller & Müller 2010; Keller & Müller 2011). Am Sempachersee entstand 2010 eine neue Kolonie, die aber im Folgejahr wieder aufgegeben wurde. Im Jahr 2011 wurden neu am Amsoldinger-, Genfer- und Zürichsee Bruten festgestellt. Der seit 2008 verwaiste Brutplatz am Aare-Stausee Niederried wurde nicht wieder besiedelt, hingegen sind am Vierwaldstättersee nach einer einjährigen Pause wieder Bruten gesichtet worden. Die bestehenden grösseren Brutkolonien entwickelten sich unterschiedlich. Dabei fällt auf, dass vor allem die Kolonie Champ-Pittet am Neuenburgersee weiterhin überdurchschnittlich schnell anwächst. Bei der grössten Kolonie am Fanel sind die Zahlen nach einem vorübergehenden Rückgang 2010 wieder stark zunehmend (Tab. 1; Abb. 1). Veränderungen in der Phänologie der Kormorane weisen darauf hin, dass die Bedeutung der Schweiz als Zwischenquartier für weiter südwärts ziehende Vögel wächst und somit die Zahl potenzieller Brutvögel steigt (Robin et al. 2010). Obwohl sich seit einigen Jahren auch hier geborene Tiere am Brutgeschäft in den Kolonien am Neuenburgersee beteiligen können, dürfte nach wie vor der Grossteil der Brutvögel ursprünglich immigriert sein. Aufgrund des Migrationsmusters (Robin & Graf 2008, dort Abb. 4 und 5) ist anzunehmen, dass diese Zuzüger aus nordeuropäischen Kolonien stammen.

Tab. 1: Entwicklung der Brutvorkommen in den letzten fünf Jahren (© 2011 Schweizerische Vogelwarte).
* Die Zählung am Zugersee erfolgte erst Anfang Juli, als der fortgeschrittene Laubaustrieb die Sicht behinderte.
Der effektive Bestand war deshalb wahrscheinlich höher (Keller 2011, briefl.).

Gewässer	Koloniestandort	Koloniegründung	Besetzte Nester 2007	Besetzte Nester 2008	Besetzte Nester 2009	Besetzte Nester 2010	Besetzte Nester 2011
Lac de Neuchâtel	Fanel BE/NE	2001	232 (NE 204, BE 28)	242 (NE 210, BE 32)	259 (NE 216, BE 43)	236 (NE 199, BE 37)	315
Lago Maggiore	Bolle di Magadino TI	2005	62	81	68	67	79
Zugersee	Risch ZG	2005	22	23	29	15*	61
Lac de Neuchâtel	Champ-Pittet VD	2007	10	50	130	180	250
Greifensee	Riediker-/Rällikerried ZH	2007	4	9	40	45	48
Baldeggersee	Stäfli LU	2007	5	18	21	12	21
Aare	Stausee Niederried BE	2007	3	2	0	0	0
Vierwaldstättersee	Alpnacherried OW	2008	-	1	0	0	2
Sempachersee	Oberkirch LU	2010	-	-	-	5	0
Amsoldingensee	Amsoldingen BE	2011	-	-	-	-	4
Lac Léman	Bursinel VD	2011	-	-	-	-	8
Zürichsee	Lützelau SZ	2011	-	-	-	-	8
Brutbestand Schweiz (Brutpaare)			338	426	547	560	796

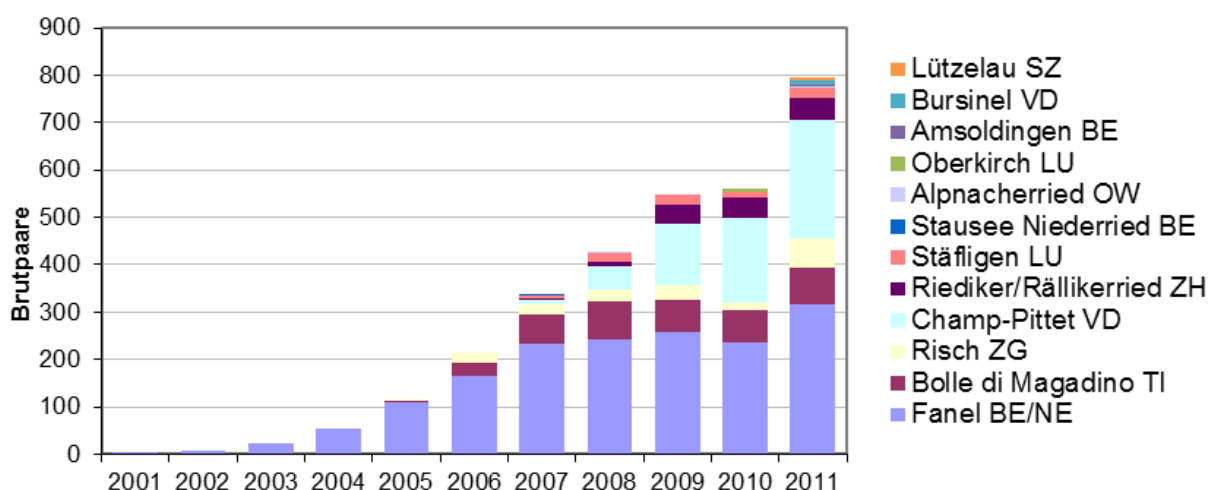


Abb. 1: Entwicklung der Brutkolonien in der Schweiz 2001-2011 (Daten: © 2011 Schweizerische Vogelwarte).

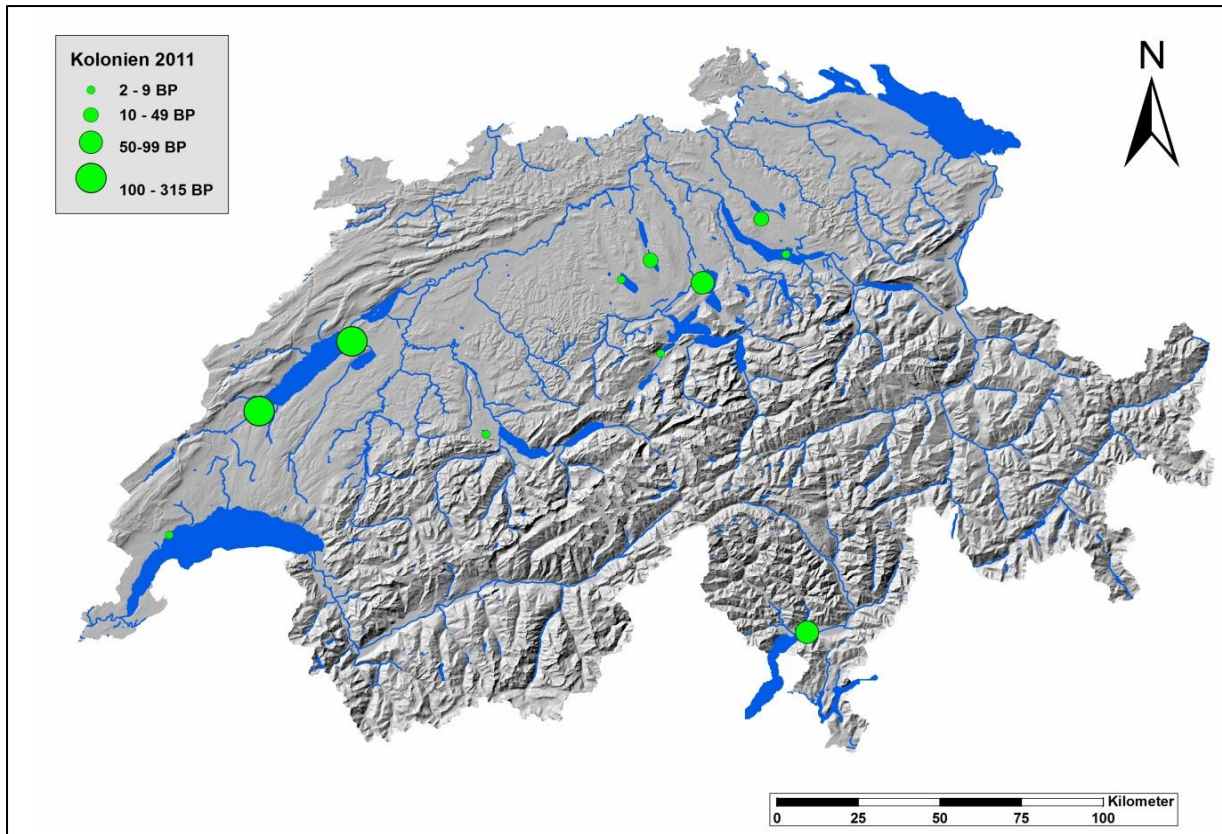


Abb. 2: Geografische Lage der Kormoran-Brutvorkommen in der Schweiz im Jahr 2011. Die Grösse der Symbole ist proportional zur Grösse der Kolonien (Daten: © 2011 Schweizerische Vogelwarte; WILMA-GIS).

2.1.2. Wintervorkommen

Kormorane überwintern seit Jahrzehnten in der Schweiz (Bauer & Glutz von Blotzheim 1966; Suter 1989 & 1995; Schifferli et al. 2005; Schifferli et al. subm.). Der Überwinterungsbestand ist seit Mitte der 90er Jahre des letzten Jahrhunderts auf einem Niveau von knapp 6000 Individuen stabil. Die Zählungen 2009/2010 fügen sich in diesen Trend ein (Abb. 3).

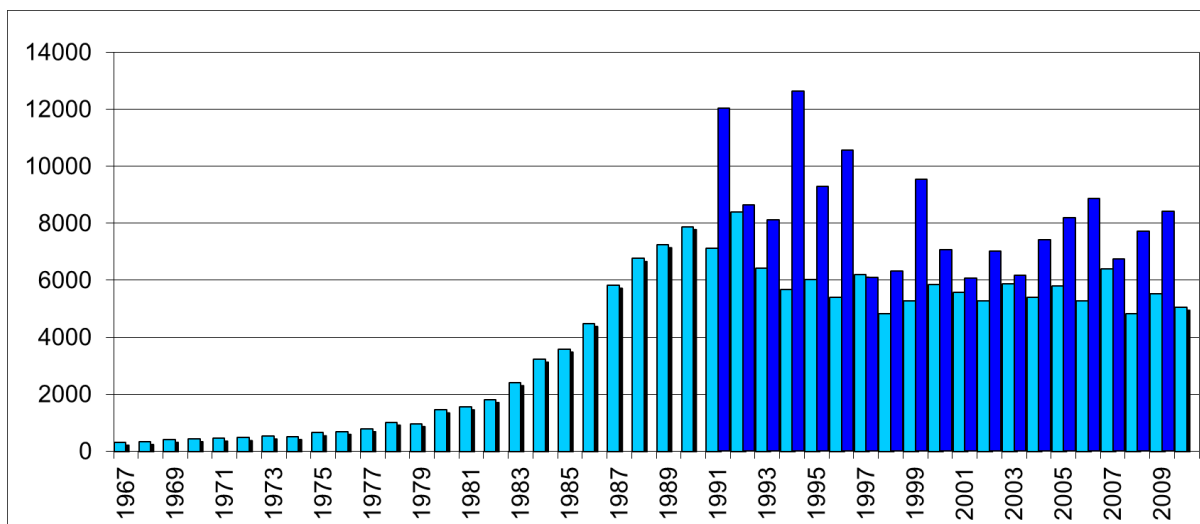


Abb. 3: Januarbestände (hellblau) und Novemberbestände (dunkelblau) des Kormorans in der Schweiz (Daten: © 2010 Schweizerische Vogelwarte und Antoniazza 2009).

2.2. Kormoranvorkommen am Neuenburgersee

Erhebungen zum Kormoranvorkommen am Neuenburgersee über das ganze Jahr decken das Südufer und die beiden Seeenden ab (Abb. 4). 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.).

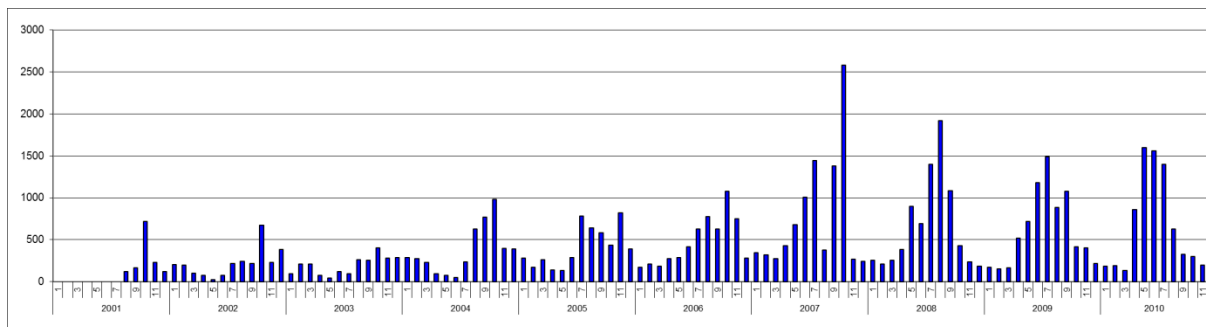


Abb. 4: Kormoranvorkommen am Südufer des Neuenburgersees (Grandson bis zur Pointe de Marin), Herbst 2001 bis Dezember 2009 (Daten: © 2011 Schweizerische Vogelwarte und Antoniazza 2009).

2.2.1. Sommer- und Brutvorkommen

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 abbilden, sondern auch unterschiedliche Migrationsverläufe hier rastender Durchzügler (Robin et al. 2010).

Die Brutkolonie Fanel ist 2010 im Vergleich zum Vorjahr vorübergehend kleiner geworden. Der Brutbestand hat von 259 im Jahr 2009 auf 236 Brutpaaren abgenommen. 2011 nahm der Bestand aber wieder um 79 Brutpaare zu, was deutlich überdurchschnittlich war. Die Kolonie Champ-Pittet ist hingegen konstant weiter gewachsen; 2009/2010 um 50 auf 180 Brutpaare, 2010/2011 um 70 auf 250 Brutpaare (Abb. 1; Tab. 1). Der gesamte Brutbestand am Neuenburgersee umfasste 2010 insgesamt 416 Brutpaare und stieg bis 2011 auf 565 Brutpaare an.

2.2.1. 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. 5). Die vorübergehend zahlreicheren Kormorane befanden sich vermutlich auf dem Weg nach Süden ans Mittelmeer (Robin & Graf 2008). Diese Entwicklung setzte sich seit 2007 nicht fort. Im Jahr 2009 waren die Novemberbestände zwar wieder etwas höher, überschritten aber den langjährigen Mittelwert nicht. Die Januarzählungen lagen seit Beginn dieses Jahrtausends zwischen 200 bis 300 Individuen (vgl. Abb. 5).

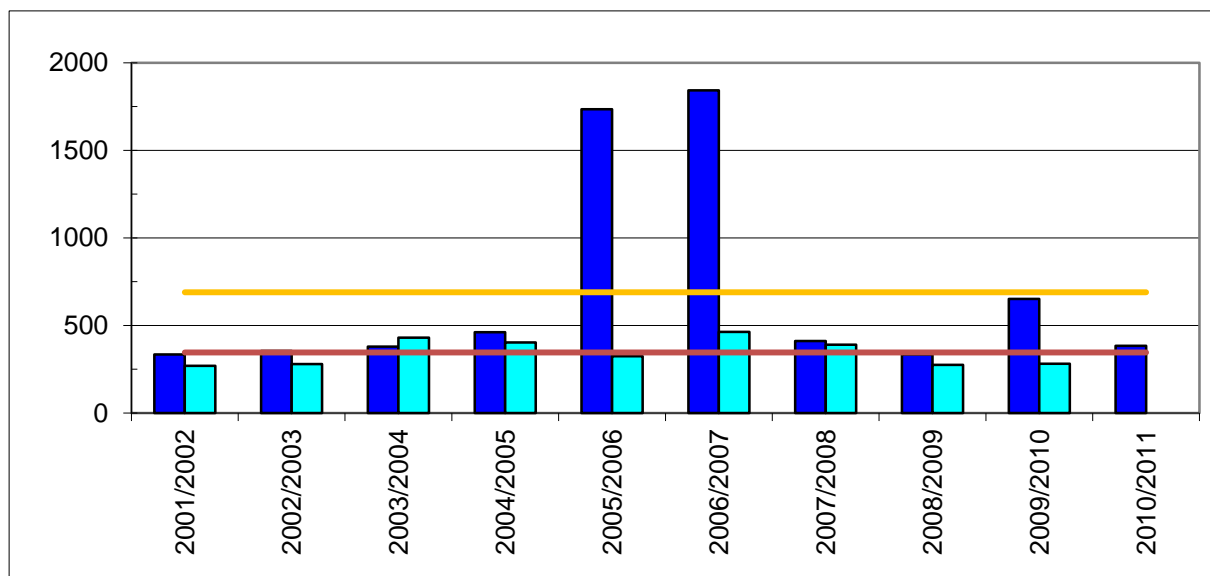


Abb. 5: Kormoranvorkommen im November (dunkelblau) und im Januar (hellblau) am ganzen Neuenburgersee für die Periode 2001 bis 2011. Die braune Linie stellt den Mittelwert der Januarzählungen 2001-2010 dar, die gelbe jenen der Novemberzählungen (Daten: © 2011 Schweizerische Vogelwarte und Antoniazza 2009).

2.2.2. Schadenssituation

Bisher galt die Ansicht, dass Kormorane in der Schweizer Berufsfischerei Einkommenseinbussen in erheblichem Mass verursachen. Diese Annahme stützte sich hauptsächlich auf zwei Gutachten, die am Bodensee (Egloff & Krämer 2004) und am Neuenburgersee (Pedroli 2007) erstellt worden waren. Unter dem Begriff Kormoranschaden werden (1) Fischartnahmen aus dem Netz, (2) verletzte und daher unverkäufliche Fische im Netz sowie (3) Materialschäden am Netz subsummiert. Diese Schadensarten wurden sowohl von Egloff & Krämer als auch von Pedroli herangezogen, und in beiden Arbeiten wurden Schäden in der Grössenordnung von CHF 3'000.- je Berufsfischer und Jahr postuliert.

2009 führten wir Tests von Präventionsmassnahmen am Neuenburgersee durch. Ausgehend von der Anzahl der damals vorgefundenen verletzten Fische kalkulierten wir eine Schadenssumme von CHF 31'000.- für den ganzen Neuenburgersee, was gut CHF 800.- je Berufsfischer entspricht (Robin et al. 2010). In dieser Summe sind aber ausschliesslich verletzte Fische berücksichtigt, die in den Testnetzen während des Flussbarschfangs im Sommer und des Felchen-Laichfischfangs im Winter festgestellt worden waren. Schäden am Netzmaterial und solche, die durch Fischartnahmen verursacht werden waren nicht enthalten, da die damalige Datengrundlage keine gesicherten Aussagen über diese beiden Schadensaspekte erlaubt hatte (Robin et al. 2010).

3. Material und Methoden

Die Versuche und Erhebungen wurden am Neuenburgersee während zwei Versuchsperioden ausgeführt: Im Sommer während des Flussbarschfangs (Juli/August) und im Winter während des Felchen-Laichfischfangs (Dezember). Eine ausführliche Begründung für die örtliche und zeitliche Gestaltung der Versuche findet sich in Robin et al. (2010).

Ausgehend vom Projektauftrag wählten wir drei verschiedene Versuchsanordnungen:

1. *Schadenserhebung an Reusen und Netzen*: Berufsfischer erhoben an den von ihnen verwendeten Gerätschaften verletzte Fische. Eine Zuordnung der verletzten Fische zum Verursacher (Raubfisch oder Kormoran) erfolgte anschliessend durch uns.
2. *Präventionspotenzial doppelwandiger Reusen*: Während der Versuchsperiode im Sommer setzten wir doppelwandige und herkömmliche Versuchsreusen ein und verglichen die auftretenden Schäden (verletzte Fische).
3. *Präventionspotenzial von Petardeneinsätzen am Netz*: Während beider Versuchsperioden setzten wir jeweils ein Massnahmen- und ein Kontrollnetz gleichzeitig ein und verglichen die auftretenden Schäden.

Die Festlegung der Messgrössen basiert grösstenteils auf Erfahrungen und Erkenntnissen, die wir bereits im letzten Projekt gemacht hatten. Die Herleitung der verwendeten Messgrössen findet sich in Robin et al. (2010).

3.1. Die Versuchsregion

Bei der Schadenserhebung in Zusammenarbeit mit den Berufsfischern waren die Reusen und Netze – je nach Fangplatzwahl des einzelnen Fischers – auf der gesamten Seefläche verteilt. Die Datenerhebungen an den durch uns eingesetzten Versuchsnetzen und Reusen 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 – Unterschiede in der Fangplatzwahl. Während die Versuche mit den Flussbarschnetzen im Sommer ausschliesslich im Bereich des Plateaus am nordöstlichen See-Ende ausgeführt wurden, setzten wir für den Felchen-Laichfischfang im Dezember zusätzlich ein weiteres Kontrollnetz auf der weiter westlich gelegenen Untiefe „La Motte“ (Abb. 6).

Alle Kartendarstellungen wurden mit der Software Esri ArcGIS 9 (Version 9.3) erstellt. Das Vorgehen bei der Verortung der Netze im GIS war abhängig von der Genauigkeit der Datenerhebung. In der Tabelle 2 ist dieses Vorgehen für jede Teilerhebung festgehalten.

Tab. 2: Vorgehen beim Übertragen von im Feld per GPS erhobenen Positionsdaten auf die Kartendarstellungen. Das Vorgehen ist für jede Teilerhebung aufgeführt.

Teilerhebung	Erhoben im Feld	Verortung anhand
Schadenserhebung Netze Berufsfischer	1 Koordinate je Fangplatz	Übernahme wie erhoben
Schadenserhebung Reusen Berufsfischer	1 Koordinate je Fangplatz	Übernahme wie erhoben
Erhebung an doppelwandigen Reusen	Exakte GPS-Position	Übernahme wie erhoben
Petardentests und Kontroll- netze	Anfangs- und Endpunkt je Netz	Rechnerischer Mittelpunkt

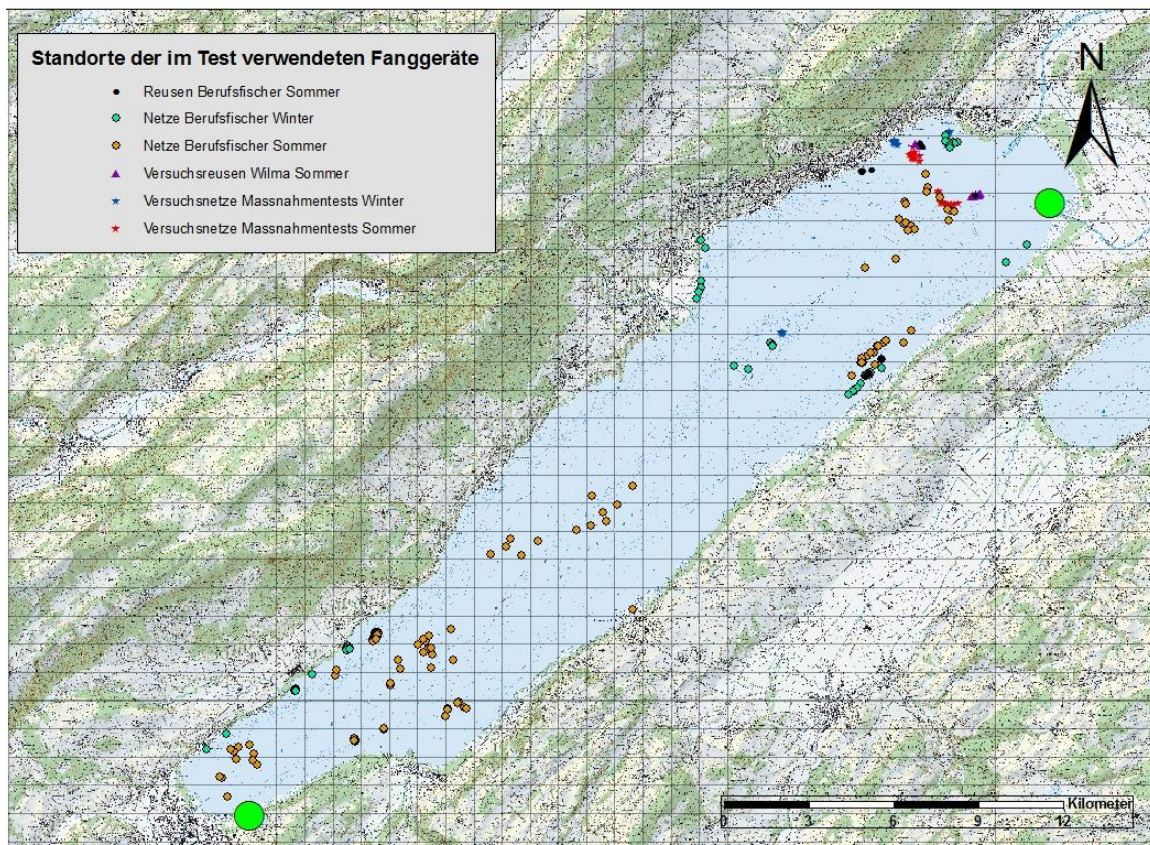


Abb. 6: Standorte der in den Versuchen eingesetzten Gerätschaften. Mit grünen Punkten sind die beiden Kormorankolonien Fanel im Nordosten und Champ-Pittet im Südwesten dargestellt.

3.2. Versuchszeiten

Die Versuche wurden saisonal so festgelegt, dass sie in der Haupt-Fangaison der Zielfischarten zu liegen kamen. Weiter orientierten wir uns bei der Festlegung auch am erwarteten Auftreten von Schäden im Jahresverlauf gemäss Angaben von Berufsfischern und Pedroli (2007). Tabelle 3 bietet eine Übersicht über die saisonale Verortung der durchgeführten Erhebungen und Versuche. Tageszeitlich wurden die Fanggeräte gemäss der üblichen Fischereipraxis eingesetzt, wobei die Hebe- und Setzzeiten nicht exakt standardisiert waren. Weitere Angaben hierzu finden sich in den folgenden Abschnitten zu den einzelnen Versuchsanordnungen.

Tab. 3: Übersicht der Versuchsperioden im Projektverlauf in Wocheneinheiten. Die genauen Anfangs- und Enddaten je Versuchsreihe sind angegeben.

Umsetzung Feldversuche	2010												
	Juli			August			November			Dezember			
Schadenserhebung Berufsfischer			12		13						1		24
Versuchsnetze und Versuchsreusen Flussbarschfang			12		12								
Versuchsnetze Felchen-Laichfischfang											1		24

3.3. Schadenserhebung Berufsfischer

Die verletzten Fische erhoben wir unter Mitarbeit von sieben lokalen Berufsfischern im Sommer bzw. fünf Berufsfischern im Winter. Die Datenerhebung erfolgte im Rahmen des üblichen Fischereibetriebs an verschiedenen Netztypen sowie an Reusen. Technische Details zu den von den Berufsfischern eingesetzten Fangeräten sind in der Tabelle 4 aufgeführt. Die Netze wurden manchmal einzeln, üblicherweise aber in Sätzen von 2-10 Einzelnetzen (Mittelwert 3.11) gesetzt. Für die Aufnahmen rüsteten wir die Fischer mit GPS-Geräten (Garmin eTrex H) und Protokollblättern aus. Einmal wöchentlich sammelten wir die Protokollblätter und die verletzten Fische ein. Die verletzten Fische wurden vermessen, fotografiert, gewogen und entsprechend ihren Verletzungen einem Verursacher zugeordnet. Für diese Zuordnung wählten wir die drei Kategorien *Kormoran*, *Raubfisch* und *unbekannte Ursache*. Um die Datengrundlage zu erweitern, wurden auch Fische in die Auswertung einbezogen, bei denen wir in den Kontrollnetzen der Massnahmenests 2009 (Robin et al. 2010) und 2010 Verletzungen festgestellt hatten. Da die Anwendung der Kontrollnetze der üblichen Fischereipraxis entsprach, können die damit erhobenen Daten als „Normalfall“ gewertet werden. Für die Beurteilung der Schäden in Form verletzter Fische standen uns Daten aus insgesamt 1511 Netzen und 92 Reusen zur Verfügung.

Tab. 4: Technische Angaben zu den in der Schadenserhebung von den Berufsfischern eingesetzten Fanggeräten.
* Reglement über die Ausübung der Fischerei im Neuenburgersee in vom 24. April 2009.

Periode	Fangerätart	Maschenweite	Fadenstärke	Länge	Höhe	Bebleichung
Sommer	Felchen-Bodennetz (Art. 5)*	33-39.9 mm	unterschiedlich	100 m	2-10 m	unterschiedlich
Sommer	Felchen-Schwebenetz verankert (Art. 9)*	33-39.9 mm	unterschiedlich	100 m	10 m	unterschiedlich
Sommer	Felchen-Schwebenetz frei treibend (Art. 10)*	45-50 mm	unterschiedlich	100 m	10 m	unterschiedlich
Sommer	Flussbarsch-Bodennetz (Art. 4)*	23-29.9 mm	unterschiedlich	100 m	2 m	unterschiedlich
Sommer	Flussbarsch Reuse (Art. 12)*	23 mm (quadratisch)	-	2 m	1.25 m	-
Winter	Felchen-Bodennetz zum Laichfischfang	45 / 50 mm	unterschiedlich	100 m	2 m	unterschiedlich

Von den Berufsfischern wurden folgende Daten erhoben:

- Datum Fangtag
- Koordinaten Fangplatz (1 Koordinate je Fangplatz)
- Setztiefe der Netze und Reusen (Minimum und Maximum)
- Verbleibdauer im Wasser
- Anzahl je Fangplatz ausgebrachter Netze und Reusen
- Gesamtfang je Fangplatz in Kilogramm
- Anzahl verletzter Fische und Aufbewahrung dieser Belegexemplare

3.4. Präventionspotenzial Doppelwandreusen

Wir setzten zwei Reusenpaare mit jeweils einer doppelwandigen und einer herkömmlich konstruierten Reuse ein. Die Konstruktion der doppelwandigen Reuse basierte auf einer herkömmlichen Reuse, in der wir einen zweiten, tunnelartigen Käfig eingebaut hatten. So entstand eine Konstruktion, bei welcher der Innenkäfig – mit Ausnahme des Bodens und des Reusentrichter-Bereichs – einen Mindestabstand von 10 cm zum Aussenkäfig aufwies (Abb. 7). Somit wurde die Erreichbarkeit von in der Reuse gefangenen Fischen stark reduziert. Auf eine doppelwandige Konstruktion im Bereich des Reusentrichters wurde im Hinblick darauf verzichtet, dass wir nur einer relativ einfachen und kostengünstigen Lösung Chancen einräumten, später in der Fischereipraxis auch tatsächlich angewendet zu werden. Die genaueren Spezifizierungen sind der Tabelle 5 zu entnehmen.

Die Reusen wurden durchschnittlich in 9.3 m Tiefe gesetzt und zweimal wöchentlich (montags und donnerstags) gehoben. Damit verblieben sie zwischen zwei Kontrollen durchschnittlich 80 Stunden im Wasser.

Tab. 5: Technische Angaben zu den eingesetzten Versuchsreusen

Typ	Reusenart	Baumaterial	Maschenweite	Länge	Breite	Höhe
1	Herkömmliche Bauweise	Inox Gestänge und Maschendraht	23 mm (quadratisch)	2 m	1.25 m	1.25 m
2	Doppelwandige Bauweise	Inox Gestänge und Maschendraht	23 mm (quadratisch)	2 m	1.25 m	1.25 m

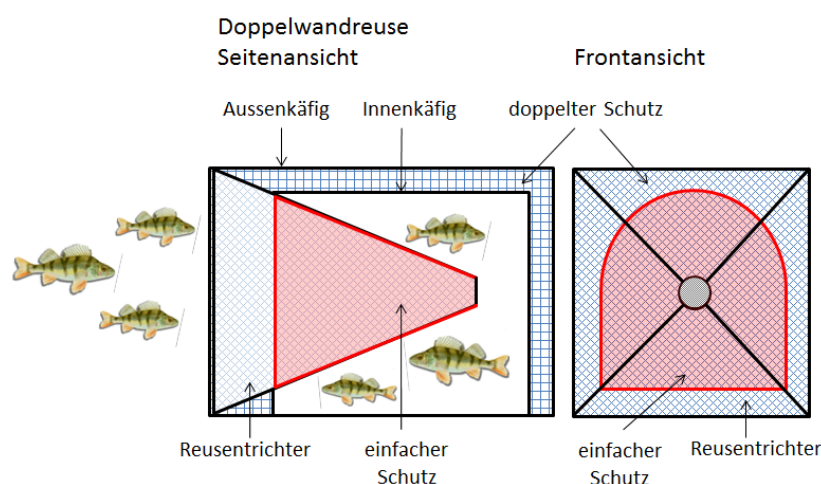


Abb. 7: Schematische Darstellung einer doppelwandigen Reuse (links Seiten- und rechts Frontansicht). Im rot markierten Bereich des Reusentrichters ist die Reuse nicht doppelwandig (© 2011 Klaus Robin).

Zur Quantifizierung des Fangs und allfälliger Kormoranschäden erhoben wir an den Reusen folgende Messgrößen:

- Datum des Fangtags
- Koordinaten der Reuse
- Setztiefe der Reusen
- Verbleibdauer im Wasser
- Fang (Gewicht, Anzahl und Fischart)
- Anzahl und Gewicht verletzter Fische, nach Art gesondert

3.5. Präventionspotenzial von Petarden

Um die Wirkung der Petardeneinsätze zu testen, wurden jeweils ein Massnahmen- und ein Kontrollnetz gleichzeitig ausgebracht. Ursprünglich war geplant, die Tests der Petardeneinsätze am Massnahmennetz jeweils nach dem Muster „1 Woche mit - 1 Woche ohne - 1 Woche mit“ vorzunehmen, um so auch die Nachhaltigkeit der Petardenwirkung beurteilen zu können. Da aber kaum Kormorane die Netze aufsuchten, war dieser Vergleich nicht durchführbar. Wir verschoben den Petardeneinsatz in der Folge auf die jeweils letzte Woche jeder Versuchsperiode. Die vorhergehende Zeit ohne Petardeneinsätze diente dazu, den „Normalschaden“ in beiden Fanggebieten zu messen, um später eine Vergleichsgrösse für die Wirkungsbewertung zu haben (0-Probe). Während der Petardeneinsätze wurden die Netze vom Boot (Sommer) oder Ufer (Winter) aus beobachtet. Aufgrund der unterschiedlichen Setz- und Hebezeiten im Tagesverlauf (siehe Tab. 6) konnten die Netze nur im Sommer während der gesamten Verweildauer im Wasser durchgehend beobachtet werden. Im Winter wurden sie jeweils vom Setzzeitpunkt bis eine Stunde nach der Abenddämmerung sowie eine Stunde vor der Morgendämmerung bis zum Hebezeitpunkt observiert.

Das von uns gewählte Versuchssetting beinhaltete den Test von Massnahmen unter praxisnahen Bedingungen. Der Vorteil daran war, dass wir nebst der Datenerhebung auch gleichzeitig die Praxistauglichkeit der Massnahmen prüfen konnten. Ein derartiges Versuchsdesign ist aber ein sehr zeitintensives Unterfangen. Der erhebliche Aufwand für Ausbringen, Einholen und Datenerhebung sowie die Eingliederung in die üblichen Zeitabläufe (Hebe- und Setzzeiten) führt dazu, dass von zwei Personen nicht mehr als 3 Netze pro Tag bewältigt werden können. Entsprechend gering war die Gesamtzahl von Netzeinsätzen.

Die Flussbarschnetze setzten wir jeweils am frühen Morgen und hoben sie gleichentags am frühen Nachmittag wieder. Während des Felchen-Laichfischfangs wurden die Netze am späten Nachmittag gesetzt und am darauffolgenden Tag am frühen Morgen wieder gehoben. In der Tabelle 6 sind die zeitlichen Angaben zu den eingesetzten Fanggeräten zusammengefasst.

Tab. 6: Zeitliche Angaben und durchschnittliche Setztiefen der eingesetzten Versuchsnetze.

Netzart	Versuchsperiode	Testtage	Ø Setztiefe (min. max.)	Ø Verbleibdauer	Ø Setzzeitpunkt ca.	Ø Hebezeitpunkt ca.
Flussbarsch-Bodennetz	12.07.- 12.08.2010	15	10 m (9.9-11)	7.7 Std.	06:15	14:00
Felchen-Bodennetz Laichfischfang (Ufer)	01.12.- 24.12.2010	11	2.7 m (1.7-5.7)	17 Std.	15:30	08:50
Felchen-Bodennetz Laichfischfang (La Motte)	16.12.- 24.12.2010	4	10 m (9.1-11.2)	20 Std	08:00	07:30

Die für die Versuche eingesetzten Netze entsprachen den in der jeweiligen Fangsaison üblichen Netztypen. Alle Netze waren mit 8 mm dicken Nylonleinen und zwei weissen 20-Liter-Kunststoffkanistern als Markierungsbojen ausgestattet. Auch diese Ausstattung entspricht der üblichen Fischereipraxis. Die genaueren Spezifizierungen sind der Tabelle 7 zu entnehmen.

Tab. 7: Technische Angaben zu den eingesetzten Versuchsnetzen.

Typ	Netzart	Maschenweite	Fadenstärke	Länge	Höhe	Bebleiung
1	Flussbarsch-Bodennetz	24 mm	0.10 mm	100 m	2 m	4 kg/100 m
2	Felchen-Bodennetz zum Laichfischfang (Ufer)	45 mm	0.16 mm	100 m	2 m	4 kg/100 m

Zur Quantifizierung der Kormoranschäden wurden an Petarden- und Kontrollnetzen folgende Messgrößen erhoben:

- Datum Fangtag
- Koordinaten des Netzes (Anfang und Ende)
- Setztiefe des Netzes (Minimum und Maximum)
- Verbleibdauer im Wasser
- Fang (Gewicht, Anzahl und Fischart)
- Anzahl Löcher im Netz
- Anzahl, Länge und Gewicht verletzter Fische, nach Art gesondert



Abb. 8: Für die Vergrämung der Kormorane am Netz eingesetztes Signalgerät sowie Knall-, Pfeif- und Knatterpetarden (Foto © 2010 Michael Vogel).

Während des Petardeneinsatzes setzten wir abwechselnd Knallpetarden (Hersteller: ABA Pyrotechnik GmbH Deutschland), Pfeifpetarden (Hersteller: ABA Pyrotechnik GmbH Deutschland) und Knatterpetarden (Hersteller: Zink-Feuerwerk GmbH Deutschland) ein. Durch einen solchen Wechsel der Munition kann einer Gewöhnung der Kormorane entgegen gewirkt werden (Keller 1996). Alle Geschosse waren vom Kaliber 15mm und wurden mit dem Signalgerät EM-GE 64 Stakkato (Hersteller: EM-GE Sportgeräte GmbH Deutschland) abgefeuert. Der Beschuss erfolgte stündlich ab Setzzeitpunkt des Netzes und endete mit dem Heben desselben. Wenn Kormorane zwischenzeitlich in die Nähe des Netzes kamen, wurden zusätzliche Petarden abgefeuert. Die Einsätze der Petarden erfolgten jeweils in der letzten Woche einer Ver-

suchsperiode; Im Sommer vom 09. bis 12.08. jeweils zwischen ca. 06.00 und 14.00 Uhr, im Winter vom 22. bis 24.12. jeweils morgens von 06.30 bis 09.00 Uhr und abends zwischen ca. 15.30 und 18.30 Uhr. Aufgrund der Position der Versuchsnetze im See wurden die Petarden im Sommer vom Boot und im Winter vom Ufer aus abgefeuert (vergl. Abb. 6).

3.6. Erhebung Netzschäden

Löcher in den Netzen und ihre Zunahme mit der Dauer ihrer Verwendung ist eine normale Begleiterscheinung ihrer Nutzung. Löcher, die von Kormoranen verursacht werden, können nicht zuverlässig als solche angesprochen werden bzw. können nicht von anderswie entstandenen Löchern unterschieden werden. Aus diesem Grund erhoben wir – unabhängig von möglichen Ursachen – alle Löcher, die während des Einsatzes der Netze entstanden sind. Diese Erhebung nahmen wir nach jedem Fangtag an den von uns betreuten Kontroll- und Massnahmennetzen vor. Die verwendeten Netze waren 4-5 Tage im Einsatz, bevor wir sie jeweils durch fabrikneue Netze ersetzen.

Wir massen die Breite der Löcher längs zum Netz und teilten sie anschliessend bis zu einer Breite von einem Meter jeweils in 5 cm Schritten in Klassen ein (Klasse 0-5 cm, Klasse 5-10 cm, etc.). Bei Löchern über einem Meter Breite wurden zwei Klassen gebildet (1-2 m, >2 m). Aufgrund der unterschiedlichen Maschenweite bei Flussbarsch- und Felchennetzen (vergl. Tab. 7) machte die Erhebung der kleinsten Lochklasse nur bei den Flussbarschnetzen Sinn.

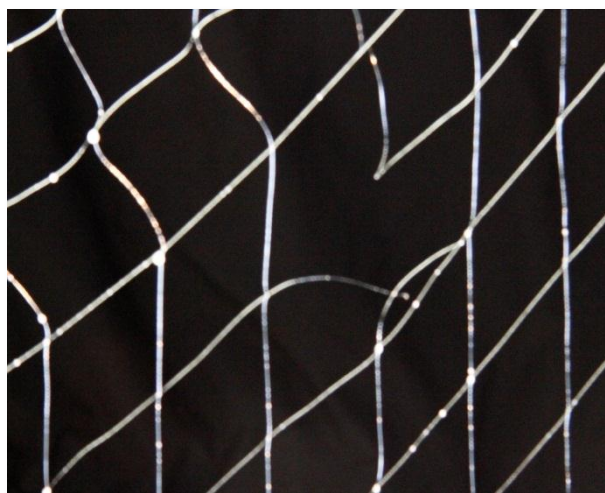


Abb. 9: Eine einzelne gerissene Masche in einem Versuchsnetz. Solche Löcher ordneten wir – je nach Maschenweite des verwendeten Netzes – in die Grössenklasse 0-5 cm (bei Flussbarschnetzen MW 24 mm) bzw. 5-10 cm (bei Felchennetzen MW 45mm) ein. Wie Pfenninger (2010) feststellte, verursachen Kormorane kaum Löcher in dieser Grössenordnung (Foto © 2010 Klaus Robin).



Abb. 10: Vier gerissene Maschen in einem Versuchsnetz. Die Zuordnung zu Grössenklassen erfolgte analog. Solche Löcher können unter anderem von Kormoranen verursacht werden (Foto © 2010 Klaus Robin).

3.7. Statistische Datenauswertung

Alle Grafiken und statistischen Auswertungen wurden mit der open-source Statistik-Software R (Version 2.10.0; <http://cran.r-project.org>) generiert. Für die Auswertung stellten wir die erhobenen Daten in absoluten und proportionalen Säulendiagrammen dar. Um auch die einzelnen Messwerte zu visualisieren, legten wir zudem separate Punktediagramme vor. Diese erlauben eine detaillierte, nicht-aggregierte Ansicht der Messdaten und die Darstellung des arithmetischen Mittelwerts jeder Stichprobe. Wo es zur Beantwortung der Forschungsfragen sinnvoll war, stellten wir jeweils Kontroll- und Massnahmenetze bzw. doppelwandige und herkömmliche Reusen in Vergleich. Die Signifikanz von Mittelwert-Vergleichen wurde mittels nicht-parametrischen Tests untersucht (Wilcoxon signed rank test).

3.7.1. Auswertung der Netzschäden

Für die Auswertung der Netzschäden bezogen wir verschiedene Datenquellen mit ein. Als erstes stammten sie von den Netzen im Rahmen der Massnahmentests im Jahr 2010 (vergl. Abschnitt 3.5). Weiter haben wir auch hier Daten aus den Erhebungen an den Kontrollnetzen aus den Tests 2009 einbezogen. Für die Bewertung der Netzschäden standen uns damit Daten aus 82 Netzen zur Verfügung.

Als abhängige Variable verwendeten wir die an jedem Fangtag neu entstandenen Löcher (Total Löcher am Fangtag x minus Total Löcher am Fangtag $x-1$) der Grössenklassen $>10\text{cm}$. Die Auswahl der zur Analyse genutzten Grössenklassen stützte sich auf Erfahrungen und Erkenntnisse, die wir seit Beginn unserer Arbeit über Kormoranschäden gemacht hatten. In den Versuchsetappen 2009 hatten wir nur Löcher ab einer Grösse von vier Maschen (Robin et al. 2010) erhoben, was bei den Barschnetzen mit 24 mm Maschenweite gerade 10 cm entspricht. Wir stützten uns damals auf Angaben einer Studie am Bodensee (Egloff und Krämer 2004; Krämer 2009, briefl.). Um die kormoranbedingten Netzschäden zu charakterisieren, liessen wir im Jahr 2010 ein Fütterungsexperiment mit im Natur- und Tierpark Goldau gehaltenen Kormoranen durchführen (Pfenninger 2010). Die Studie zeigte, dass Kormorane beim Entfernen von Fischen aus Flussbarschnetzen mit der Maschenweite 24 mm vor allem grössere (91% der Löcher breiter als 5 cm, 61.8% breiter als 10 cm), aber auch kleinere Löcher verursachen. Im Schnitt entstanden 1.5 Löcher pro entfernten Fisch. Der Anteil der beiden kleinsten Lochklassen ($<5\text{ cm}$ und $<10\text{ cm}$) war in diesem Experiment viel tiefer als beim Einsatz der Netze in der Fischereipraxis (38.2% zu ca. 90%; Pfenninger 2010). Wir erklären uns diesen Unterschied damit, dass in der Fischereipraxis die kleinen Löcher vor allem dann entstehen, wenn der Fischer die gefangenen Fische dem Netz entnimmt. Dieser Arbeitsschritt fehlte in den Zooversuchen. Der Anteil der durch den Kormoran bedingten Löcher war deshalb in diesem unteren Grössenbereich besonders klein. Wir konzentrierten in der Folge auf Löcher über 10 cm Breite.

Aus Pfenninger Angaben kann errechnet werden, dass pro entnommenen Fisch ca. 0.93 Löcher über 10 cm entstehen. Die von Pfenninger eingesetzten Netze waren mit unseren Flussbarschnetzen identisch.

Um den Einfluss der Kormorane auf den Anstieg der Löcher im Netz zu beurteilen, nahmen wir eine multifaktorielle Regressionsanalyse vor. Als unabhängige Variablen verwendeten wir dabei die Setztiefe, die Verbleibdauer der Netze im Wasser, den Gesamtfang in kg, die Gesamtanzahl verletzter Fische, die Anzahl durch Kormorane verletzter Fische sowie die Anzahl durch Raubfische verletzter Fische. Um die Beziehung zwischen der Anzahl neu entstandener Löcher und den unabhängigen Variablen zu beschreiben, rechneten wir univariate und multiple Regressionen. Als Kriterium für den Verbleib einer Variablen im multiplen Regressionsmodell verlangten wir einen p -Wert <0.05 .

Zudem verglichen wir die Anzahl neu entstandener Löcher zwischen Fangereignissen mit und ohne Hinweisen auf Kormorananwesenheit, bzw. mit und ohne Hinweisen auf Anwesenheit von Raubfischen. Kormorananwesenheit definierten wir als gegeben, wenn wir Kormorane am Fangtag am entsprechenden Netz beobachteten oder wenn wir im Netz verletzte Fische fanden, die wir aufgrund des Verletzungsmusters dem Kormoran zuweisen konnten. Analog hiess Raubfisch-anwesenheit, dass entweder Raubfische selber oder durch Raubfische verletzte Fische im Netz zu finden waren. Für den Vergleich der Anzahl neu entstandener Löcher bei An- bzw. Abwesenheit von Kormoranen verwendete-

ten wir Boxplots und testeten die Unterschiede mit einem nicht-parametrischen Test (Wilcoxon signed rank test).

Vorbereitend für die obigen Analysen testeten wir die Korrelationen zwischen den verwendeten Variablen (Spearman's rank correlation), um die Resultate besser interpretieren und zu starke Korrelationen (>0.7) vermeiden zu können.

3.8. Qualitative Erkenntnisse

Nebst den Daten aus den quantitativen Erhebungen an den Netzen und Reusen gewannen wir während der Feldversuche zahlreiche qualitative Erkenntnisse. Diese stammen von zufälligen Beobachtungen des Verhaltens der Kormorane während der täglichen Arbeit auf dem See und von praktischen Erfahrungen, die wir in der Fischereipraxis machten. Besonders während des Felchen-Laichfischfangs konnten wir relevante Verhaltensweisen der Kormorane beobachten. Auch wenn sich daraus keine gesicherten Tatsachen ableiten lassen, liefern sie doch wichtige Hinweise auf den Schadensverlauf und die Wirkung von Präventionsmassnahmen. Deshalb integrierten wir solche Erkenntnisse im Ergebnisteil und deklarierten jeweils ihren qualitativen Charakter.

4. Ergebnisse und Diskussion

Das Wichtigste in Kürze:

Schadensausmass

Im Rahmen unserer Erhebungen stellten wir ein sehr geringes Schadensausmass fest. So waren in den Netzen 0.15 bis max. 1.5% des Gesamtgewichts gefangener Fische verletzt. Im Detail zeigte sich, dass die vorgefundenen verletzten Fische in den Netzen etwa zu gleichen Teilen den Kormoranen (0.06-0.53%), Raubfischen (0.03-0.6%) oder unbekanntem Ursachen (0.05-0.5%) zuzuordnen sind. Die keinem Verursacher zugewiesenen Fische gehen eher auf Raubfische als auf Kormorane zurück, zumal ihre Anzahl stärker mit der Anzahl der durch Raubfische verletzten Fische korreliert (Spearman's rho 0.59 versus 0.34). In den von uns ausgebrachten Kontrollnetzen während der Tests der Präventionsmassnahmen lag der mittlere Anteil verletzter Fische über die beiden Versuchsjahre 2009/10 bei 0.8%. In den Reusen stellten wir 1.2-5% verletzte oder verendete Fische fest. Etwa ein Drittel dieser Fische starb vermutlich als Folge von Stress, der durch die Anwesenheit von Prädatoren ausgelöst wurde. Bei allen verletzten Fischen in den Reusen schlossen wir auf den Kormoran als Verursacher.

Die Löcher im Netz können aufgrund ihres Aussehens nicht direkt einem bestimmten Verursacher zugeordnet werden. Ihre Entstehung ist im Fischereialltag üblich und muss auf verschiedenste Ursachen zurückgeführt werden. Aufgrund statistischer Analysen können wir annehmen, dass sowohl Kormorane als auch Raubfische zur Entstehung neuer Löcher im Netz beitragen. Im Verhältnis zu anderen Schadfaktoren ist ihr Einfluss aber nicht entscheidend für die Haltbarkeit der Netze.

Die statistischen Analysen erlaubten uns auch, die Menge der Fische, die von Kormoranen aus den Netzen entnommen wurden, grob abzuschätzen: Diese liegt im Bereich von 0.5-3.5 Fischen pro Netzeinsatz, was einem Anteil von 0.4-3.1% des durchschnittlichen Tagesfangs pro Netz entspricht. Rechnet man den mittleren Anteil an durch Kormorane verletzter Fische hinzu, so steigt dieser Wert auf 1.2-3.9%. Alle statistischen Analysen basieren auf den Daten aus Netzen, die wir während des Flussbarschfangs im Sommer eingesetzt hatten. Nur in dieser Periode erhielten wir für eine Auswertung genügend Hinweise auf Kormorane am Netz.

Die Anteile verletzter Fische und Fischentnahmen am Gesamtfang sind in Abb. 11 auf der Folgeseite zusammengefasst dargestellt.

Schadensprävention

Aufgrund des geringen Schadenvorkommens brachte der gewählte quantitativ-vergleichende Ansatz nur wenige Erkenntnisse. Die schadensvermindernde Wirkung von Doppelwandreusen und Petardeneinsätzen an den Netzen schätzen wir aufgrund von qualitativen Beobachtungen der Fanggeräte während der Massnahmeneinsätze und in Bezug auf die Fischereipraxis jedoch als unzureichend ein.

Forschungsbedarf

Es bestehen bisher kaum Kenntnisse über die Raumnutzung der hiesigen Kormorane. Die Beachtung des Raumverhaltens bei der Fangplatzwahl stellt aber eine weitere Voraussetzung für die Schadensvermeidung dar. Wir erhielten zudem Hinweise darauf, dass es sich bei den Kormoranen, welche die Fanggeräte aufsuchen, um Spezialisten handeln könnte. Beide Sachverhalte wären mit telemetrischen Untersuchungen zu prüfen. Auch der Einsatz von Vogelscheuchen sowie deren Kombination mit Einzelabschüssen weisen Klärungsbedarf auf. Zur Verbesserung der Ansprache verletzter Fische könnten digitale Bildanalyse-Verfahren hilfreich sein.

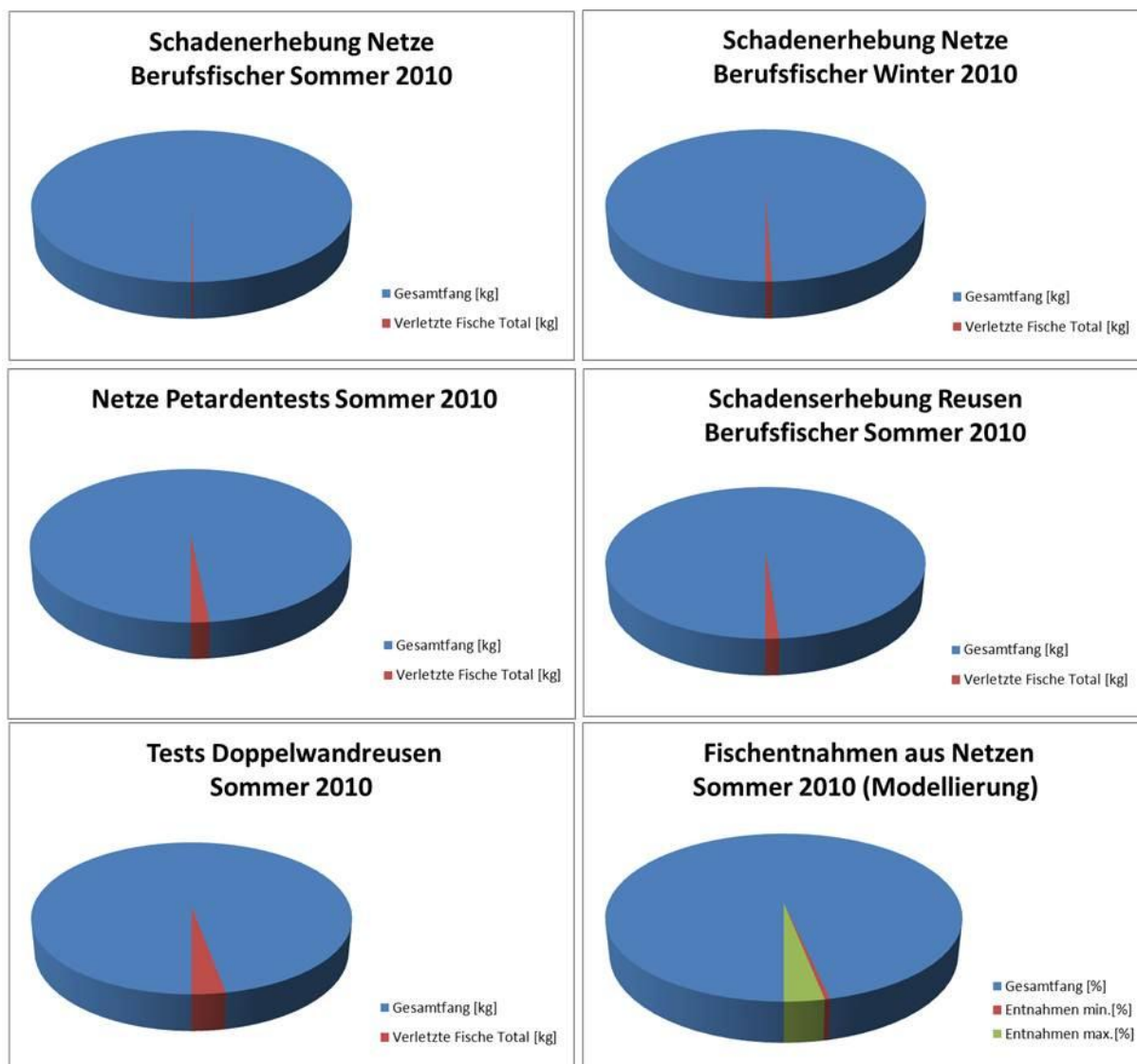


Abb. 11: Zusammengefasste Darstellung der festgestellten Anteile verletzter Fische am jeweiligen Gesamtfang. Die verschiedenen Verletzungsursachen (Kormoran, Raubfisch oder unbekannt) sind hier nicht dargestellt.

Unsere Versuche, Analysen und Auswertungen führten wir nach Sommer- und Wintersituation getrennt durch. Diese beiden Perioden unterscheiden sich bezüglich Zielarten (Flussbarsche im Sommer bzw. Felchen-Laichfische im Winter), Fangtechniken (Netztypen, Setztiefen) und Raumnutzungsverhalten der Fische. Auch sind saisonal andere Kormorane (Brutvögel/Übersommerer bzw. Wintergäste) anwesend, die möglicherweise unterschiedliche Jagdstrategien anwenden und ein anderes Raum-Zeit-Verhalten zeigen (Robin et al. 2010). Somit sind die beiden Situationen nicht direkt vergleichbar.

In den einzelnen Abschnitten dieses Kapitels wird detailliert auf jede Erhebung bzw. Schadensart eingegangen. Der Übersichtlichkeit halber verzichten wir auf die ausführliche Darstellung der statistischen Auswertungen. Interessierte finden diese Analysen im Anhang A.

4.1. Schadensausmass

4.1.1. Erhebung Berufsfischer

Sommerperiode

Die sieben beteiligten Berufsfischer überprüften während der Sommersaison 1093 Netze und 92 Reusen auf verletzte Fische. Sie kontrollierten 227 Grundnetze, 290 verankerte und 417 frei treibende Schwebenetze zum Felchenfang sowie 159 Grundnetze zum Flussbarschfang.

Mit den Netzen wurden insgesamt gut 10.5 Tonnen Fisch gefangen, wobei die Fänge von Tag zu Tag stark schwankten. Dass der Gesamtfang in den letzten beiden Versuchswochen geringer ausfiel, ist darin begründet, dass ein Berufsfischer sich nicht mehr an der Datenerhebung beteiligte (Abb. 12). Insgesamt wurden im Sommer knapp 16 kg (85 Stück) verletzter Fische festgestellt, was einem Gewichtsanteil von 0.15% am Gesamtfang entspricht. Je nach Netzart waren unterschiedliche Fischarten betroffen: In den Boden- und Schwebenetzen zum Felchenfang hauptsächlich Felchen, in den Flussbarschnetzen hauptsächlich Rotaugen. Beide Fischarten machten gleichzeitig auch den grössten Anteil am Fang im jeweiligen Netztyp aus. Von der Gesamtanzahl verletzter Fische wiesen wir 35 Exemplare dem Kormoran als Verursacher zu, 15 den Raubfischen und bei 35 war die Verletzungsursache nicht eindeutig. Die dem Kormoran zugeordneten Fische (7 kg) hatten einen Gewichtsanteil von 0.06% am Gesamtfang. Je Fischer bewegte sich dieser Wert zwischen 0% und 0.23% (Phänologie der Schadensereignisse siehe Abb. 13). Die Flussbarschnetze waren mit 0.4% am stärksten betroffen, bei den anderen Netztypen lag der Anteil verletzter Fische unter 0.1%.

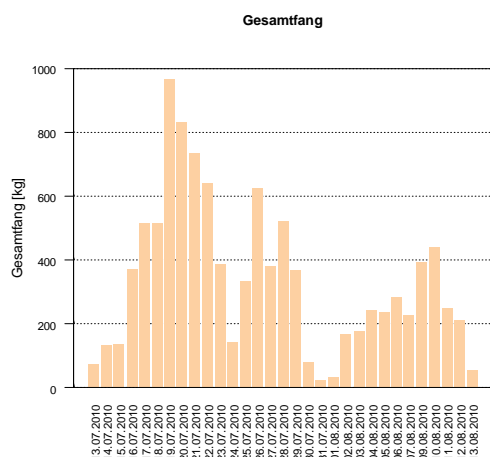


Abb. 12: Gesamtfang aus den Netzen der 7 Berufsfischer während der Sommerperiode. Die Werte sind in Kilogramm angegeben und je Versuchstag aufsummiert dargestellt.

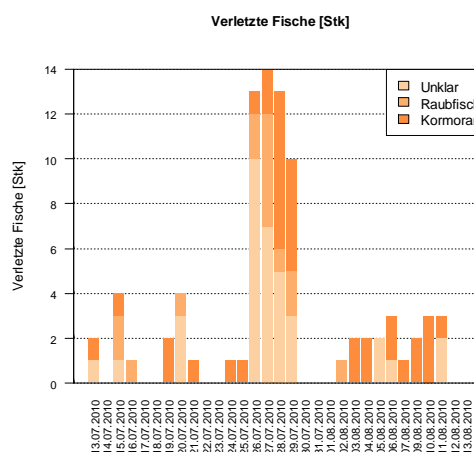


Abb. 13: Anzahl verletzter Fische aus den Netzen der 7 Berufsfischer während der Sommerperiode. Die Werte sind je Verursacher und je Versuchstag aufsummiert dargestellt.

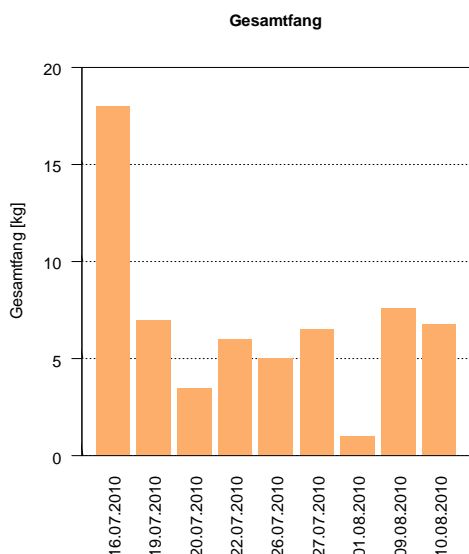


Abb. 14: Fang in den Reusen der Berufsfischer, aufsummiert nach Tagen während des Flussbarschfangs im Sommer 2010. Die Anzahl der gehobenen Reusen je Tag variierte stark.

Mit den 92 kontrollierten Reusen wurden 56.4 kg Flussbarsche gefangen. Die Fänge waren grundsätzlich gleichmässig über die Versuchsdauer verteilt. Die Abweichungen vom 16.07. und 01.08. gehen auf die Reusen von jeweils nur einem Berufsfischer zurück (sehr grosser Fang am 16.07. bzw. nur 3 Reusen mit kleinem Fang am 01.08.) und müssen als Zufall betrachtet werden (siehe Abb. 14). Insgesamt befand sich in den Reusen 0.68 kg (12 Stück) verletzter Flussbarsche, was einem Gewichtsanteil von 1.25% entspricht. Diese Ereignisse waren nicht alltäglich und konzentrierten sich auf zwei von insgesamt 9 Tagen, an welchen Reusen gehoben wurden. Trotz eines geringen Schadenausmasses bezogen auf die Gesamtfangmenge kann es im Einzelfall zu erheblichen Schäden kommen. So betrug der Anteil verletzter Fische bei Stichproben im Jahr 2009 bis zu 50% und der Ausfall bis zu 35% der in einer einzelnen Reuse gefangenen Flussbarsche. Ein Drittel der verletzten Fische in den Reusen starben vermutlich als Folge von Stress, welcher wahrscheinlich durch die Anwesenheit von fischfressenden Vögeln oder Raubfischen erzeugt wurde.

Einzig im Kopfbereich wiesen diese Fische geringfügige Hautverletzungen auf, die vom Aufprall auf das Reusengitter stammten und die wir als Indiz für Fluchtversuche und Stress werteten. Das Phänomen der stressbedingten Mortalität bei Flussbarschen in Reusen ist auch aus dem Bielersee bekannt (Küng 2011).

Winterperiode; Felchen Laichfischfang

Während des Felchen-Laichfischfangs im Dezember überprüften die beteiligten 5 Berufsfischer insgesamt 330 Netze auf verletzte Fische. In dieser Saison wurden ausschliesslich Felchen-Bodennetze eingesetzt (vergl. Tab. 4). Total wurden 2.36 Tonnen Fisch gefangen und 13 kg (24 Stück) verletzte Fische festgestellt (0.56% des Gesamtfangs), wobei wir bis auf einen unklaren Fall alle dem Kormoran als Verursacher zuordneten. Von den Kormoranverletzungen betroffen waren ausschliesslich Felchen, und ihr Gewichtsanteil am Gesamtfang betrug 0.53%. Je Fischer bewegten sich die Werte zwischen 0.07% und 1.6%.

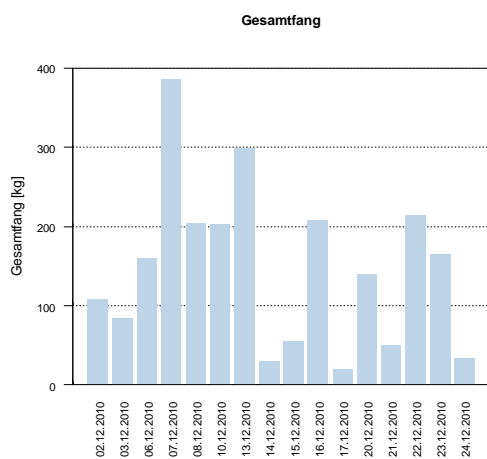


Abb. 15: Gesamtfang in den Netzen der 5 Berufsfischer während des Felchen-Laichfischfangs im Winter. Die Werte sind je Fangtag aufsummiert dargestellt. Im Winter hat das Wetter (insb. Wind) einen starken Einfluss darauf, ob überhaupt und wo Netze gesetzt werden können. Über den Einsatz entscheidet jeder Berufsfischer selbst. So ändert sich die Anzahl gehobener Netze beinahe täglich.

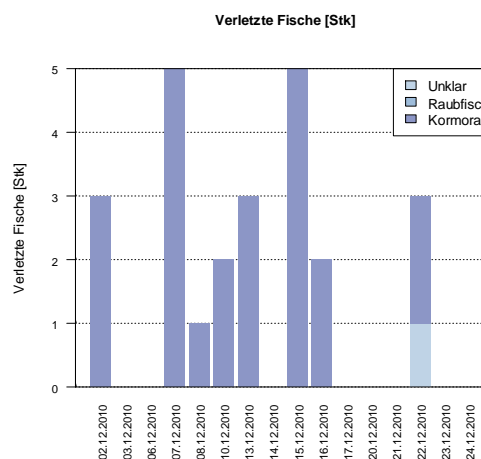


Abb. 16: Anzahl verletzter Fische in den Netzen der Berufsfischer während des Felchen-Laichfischfangs im Winter. Die Werte sind je Fangtag aufsummiert dargestellt. Der totale Anteil am Gesamtfang lag bei 0.56% des Gewichts.

Die Löcher im Netz können aufgrund ihres Aussehens nicht direkt einem bestimmten Verursacher zugeordnet werden. Ihre Entstehung ist im Fischereialltag üblich und muss auf verschiedenste Ursachen zurückgeführt werden. Mit statistischen Analysen konnten wir feststellen, dass sowohl Kormorane als auch Raubfische zur Entstehung neuer Löcher beitragen. Der Einfluss ist aber – insbesondere im Vergleich zu anderen Schadfaktoren – nicht entscheidend für die Haltbarkeit der Netze (vergl. auch Abschnitt *Schadensart erhöhter Netzverschleiss* in der folgenden Diskussion).

Die statistischen Analysen erlaubten uns auch, die Menge der Fische, die von Kormoranen aus den Netzen entnommen wurden, grob abzuschätzen: Diese liegt im Bereich von 0.5-3.5 Fischen pro Netzeinsatz, was einem Anteil von 0.4-3.1% des durchschnittlichen Fangs pro Netz entspricht. Rechnet man den mittleren Anteil an durch Kormorane verletzter Fische hinzu, so entsteht ein Gesamtschaden von 1.2-3.9% des Fangs.

4.1.2. Diskussion Schadenvorkommen

Zuordnung der verletzten Fische zu einem Verursacher (Methodenkritik)

Wir haben die vorgefundenen Fische aufgrund der Verletzungscharakteristika einem Verursacher zugeordnet. Diese Zuordnung erfolgte aufgrund logischer Folgerungen zwischen Schnabel- und Maulform möglicher Prädatoren und den Verletzungen, die dadurch verursacht werden können (Expertenbeurteilung).

Zur weiteren Präzisierung unseres Ansatzes (vergl. Methodenblatt Anhang B) könnten digitale Bildanalyse-Verfahren hilfreich sein. Systematische Forschung auf diesem Gebiet ist unseres Wissens bisher nie betrieben worden. Solche Untersuchungen könnten die Erkennungssicherheit verbessern und den subjektiven Einfluss eines Begutachters minimieren.

Die Subjektivität des Betrachters und eine gewisse Unschärfe bei der Einteilung können wir auch bei den von uns vorgenommenen Verursacher-Zuordnungen nicht ausschliessen. Besonders bei den Flussbarschnetzen im Sommer ist die Ausgangslage für die Erkennung der Verletzungsursache erschwert, was sich in dieser Studie in der grösseren Zahl an nicht zugeordneten Fischen äussert (vergl. Abschnitt 4.1.1). Folgende Gegebenheiten erschweren die Erkennung im Sommer:

- Es werden verhältnismässig kleine Fische gefangen, bei welchen die Verletzungen weniger eindeutig sind als bei grösseren. Der Grund dafür könnte sein, dass Kormorane kleine Fische bereits unter Wasser schlucken, grössere hingegen zuerst packen und erst an der Wasseroberfläche verschlingen (Rutschke 1998). Entsprechend wirkungsvoller müssen sie grosse Fische festhalten, was zu typischen Verletzungen führt.
- Besonders im Sommer attackieren auch Raubfische in den Netzen befindliche Fische. Dies erschwert das Zuordnen von untypischen Verletzungen. Die Anzahl der durch Raubfische verletzten Fische korreliert stärker mit der Anzahl von nicht zuordnungsbaaren Fischen als mit der Anzahl der durch Kormorane verletzten Fische (Spearman's rho 0.59 versus 0.34). Dies deutet darauf hin, dass die verletzten Fische, welche keinem Verursacher zugeordnet werden können, eher auf Raubfischattacken als auf Kormoranattacken zurückgehen.

Während des Felchen-Laichfischfangs im Winter ist die Zuordnung der verletzten Fische situationsbedingt einfacher. Es werden grössere Fische gefangen, die deutlichere Verletzungen aufweisen. Raubfischattacken scheinen zudem selten (in unseren Erhebungen haben wir im Winter gar keine Raubfischattacken festgestellt).

Ganzjährig kann bei der Zuordnung von verletzten Fischen nicht definitiv ausgeschlossen werden, dass von anderen fischfressenden Vögeln verursachte Verletzungen fälschlicherweise den Kormoranen zugeschrieben werden. Habentaucher und Gänsesäger kämen dafür grundsätzlich in Frage, zumal sie ihre Beutefische ebenfalls tauchend erbeuten und somit die Netze erreichen können. Der Habentaucher hat allerdings einen verhältnismässig feinen Schnabel, der deutlich kleiner ist als jener des Kormorans (ca. 42-50 mm bzw. 54-75 mm; Bauer & Glutz von Blotzheim 1966). Vor allem fehlt seinem Oberschnabel der Haken an der Spitze, welcher die kormorantypischen Verletzungen verursacht. Wir schätzen die Verwechslungsgefahr deshalb als gering ein.

Hingegen dürfte beim Gänsesäger die Verwechslungsgefahr bestehen, da er einen dem Kormoran morphologisch ähnlichen Schnabel hat. Während unserer Versuche beobachteten wir allerdings nie Gänsesäger, die an Netzen tauchten, und auch unter den Berufsfischern sind solche Vorkommnisse nicht bekannt. Deshalb sprechen wir in den Resultaten von „*durch Kormorane verletzte Fische*“, obwohl in Ausnahmefällen auch andere fischfressende Vogelarten als Verursacher in Frage kommen.

Schadensart erhöhter Netzverschleiss

Wie lange ein Netz in der Fischereipraxis eingesetzt werden kann, ist kaum sinnvoll als Durchschnittswert anzugeben. Die Gründe dafür sind vielfältig:

Zum einen entscheidet jeder Fischer individuell, wann er ein Netz als „verbraucht“ betrachtet. Dieser Entscheid ist sehr individuell und hängt auch davon ab, wie hoch ein Fischer das Risiko für eine Beschädigung einschätzt. So wird zum Beispiel bei stürmischem Wetter ein altes Netz durchaus noch etwas länger eingesetzt bzw. mit dem Netzersatz bis zur Wetterbesserung zugewartet.

Ein neues Netz kann im Extremfall bereits nach einem einzigen Einsatztag so stark beschädigt sein, dass es ersetzt werden muss. Solch rasche Totalschäden werden hauptsächlich aus drei Gründen verursacht:

- Frachtschiffe können an den Netzen oder den Markierungsbojen hängen bleiben, diese mitreissen und zerstören.
- Im Frühjahr setzt mit steigender Wassertemperatur zuerst das Wachstum des Phytoplanktons ein, während jenes des Zooplanktons erst etwas zeitverzögert nachfolgt. Der so entstehende kurzzeitige „Überschuss“ an Phytoplankton führt dazu, dass die Netze mitunter stark mit Algen verklebt werden. Kommen nun starke Strömungen hinzu, so kann der Widerstand des algenverklebten Netzes so gross werden, dass es reisst. Beim Heben solcher Netze bildet sich eine „Laufmasche“ und das Netz wird über die gesamte Länge zerrissen.
- Wenn Netze im untiefen Wasser ausgelegt werden, insbesondere während des Felchen-Laichfischfangs, sind sie der Strömung und hohem Wellengang ausgesetzt. Unwetter können die Netze gegen den Boden drücken, wo sie sich verheddern oder mit grossen Mengen Treibgut gefüllt werden.

Wir haben einen signifikanten Zusammenhang zwischen der Anzahl neu entstehender Löcher >10cm und der Anzahl verletzter Fische gefunden (vergl. Tab. A1 im Anhang A). In der aktuellen Situation am Neuenburgersee und im Verhältnis zu den oben aufgeführten Ursachen für Netzschäden (Totalschäden) dürfte der Einfluss des Kormorans allein nicht entscheidend dafür sein, dass Netze frühzeitig ersetzt werden müssen.

Theoretisch können zusätzliche Löcher in den Netzen den Fang schmälern. Aufgrund unserer Daten können wir nicht beurteilen, wie sich die Zunahme der Löcher in einem Netz auf den Fang auswirkt. Eine solche Abschätzung ist schwierig, weil zahlreiche, teilweise in Wechselwirkung stehende Faktoren den Tagesfang beeinflussen. Zur Quantifizierung des Einflusses dieser einzelnen Faktoren müssten speziell darauf ausgelegte Experimente durchgeführt werden.

Spezialistenhypothese

Sowohl eigene Beobachtungen als auch solche der Berufsfischer geben Hinweise darauf, dass es sich bei jenen Kormoranen, welche die Gerätschaften der Berufsfischer aufsuchen, möglicherweise um Spezialisten handelt:

- Bei einem im Winter gesetzten 800m langen Netzsatz waren die Schäden immer auf denselben kurzen Netzabschnitt begrenzt und nicht zufällig auf die ganze Länge verteilt.
- Am Massnahmennetz beobachteten wir an drei aufeinanderfolgenden Tagen jeweils eine Gruppe von 2-3 Kormoranen, die in der Nähe des Netzes wasserten. Auffällig war, dass ihr täglicher Einflug zwischen 8.30 und 8.45 Uhr erfolgte. Während der Anflug am ersten Tag einen eher zufälligen und zögerlichen Eindruck machte, gingen die Tiere am zweiten und dritten Tag sehr gezielt nieder. Die Kormorane kamen aus Richtung eines Schlafplatzes am Nordost-

ufer angeflogen und wasserten ohne Schlaufen direkt am Netz, wo sie sofort zu tauchen begannen.

- Ein Berufsfischer beobachtete im Sommer wiederholt, dass Gruppen von einigen hundert Kormoranen im Bereich von Reusen fischten, ohne diese jedoch gezielt aufzusuchen. Wenn er Kormorane sah, die scheinbar gezielt nach den Reusen tauchten, so waren dies stets Einzeltiere.

Eine eingehendere Untersuchung der Spezialistenhypothese ist bedeutend für die Beurteilung von Präventionsmassnahmen. Bei Bestätigung der Hypothese bekäme der Einzelabschuss von Tieren an den Netzen eine neue Bedeutung als wirkungsvolle Präventionsmassnahme. Obwohl Einzelabschüsse an diversen Gewässern in Europa praktiziert werden, ist deren Präventionswirkung bisher kaum systematisch untersucht. Marquiss & Carss (1994a & b) weisen darauf hin, dass der wissenschaftliche Nachweis der Scheuchwirkung von Einzelabschüssen bis dahin nicht erbracht worden war, und Parrott et al. (2003) stellten gar keinen Unterschied in der Schreckwirkung von tödlichem und nicht tödlichem Beschuss fest. Krämer (2009, briefl.) und Küng (2011, mündl.) berichten jedoch aufgrund praktischer Erfahrungen übereinstimmend, dass Einzelabschüsse nur dann Wirkung hatten, wenn Einzeltiere aus Gruppen den Beschuss nicht überlebten. Krämer (2009, briefl.) berichtet als einziger über Abschüsse direkt an Fischernetzen. Nach seiner Einschätzung meidet ein von Abschüssen betroffener Kormoranschwarm zwar den Ort des Geschehens für einige Zeit. Der Abschuss kann aber einen mutmasslich anderen Schwarm nicht davon abhalten, die gleiche Stelle aufzusuchen.

Die Unsicherheiten bezüglich Präventionswirkung auf Gruppen wären bei einer bestätigten Spezialistenhypothese irrelevant.

Zusatzbetrachtung Fischereipraxis



Abb. 17: Am 12.07. fanden sich 19 tote Felchen in den Netzen eines Berufsfischers. Solche Verluste kamen regelmässig vor, wenn die Netze nicht täglich geleert wurden oder auch bei starker Strömung. Die Menge so verendeter Fische überstieg die kormoranbedingten Ausfälle (Foto © 2010 Michael Vogel).

gung in Bezug auf Kormoranschäden in der Berufsfischerei sehr kritisch zu betrachten ist. Es ist wahrscheinlich, dass die Kormorane durch diese Futterquelle darauf konditioniert werden, den Zusammenhang zwischen Berufsfischer, Netz und leicht erreichbarer Nahrung herzustellen.

Insbesondere in den verankerten Felchen-Schwebenetzen (=Pic) entstehen Ausfälle bei den Felchen im Rahmen der normalen Netzhandhabung: Wenn Felchen über längere Zeit tot in den Netzen verbleiben, verderben sie. Der Umfang solcher Verluste war während unseren Erhebungen deutlich grösser als jener, den Kormorane verursachten. Vor allem an Montagen, wenn die Netze übers Wochenende während zwei Tagen nicht gehoben worden waren, stellten wir oft viele tote Felchen fest. Zusätzlich erhöht sind diese Verluste bei starker Strömung, wenn die Fische schnell erschöpft sind. Solche Verluste betragen bis zu 30 Fische an einem Tag.

Bereits 2009 hatten wir festgestellt, dass die lokalen Berufsfischer jährlich Fischabfälle und Beifang in der Grössenordnung von 100 Tonnen in den Neuenburgersee entsorgen (Robin et al. 2010). Nach unserer Erfahrung hält diese Praxis nach wie vor an. Wir weisen erneut darauf hin, dass eine derartige Entsorgung

4.2. Schadensprävention

4.2.1. Präventionspotenzial doppelwandiger Reusen

Quantitative Ergebnisse

Während des Flussbarschfangs im Sommer überprüften wir beide Reusenpaare an 6 Tagen, womit wir 24 Stichproben erhielten. In den Doppelwandreusen wurden mit knapp 21 kg (269 Stk.) etwas weniger Fisch gefangen als in den herkömmlich konstruierten Reusen mit knapp 28 kg (319 Stk.). Der überdurchschnittlich hohe Fang in der Normalreuse 2N (vergl. Abb. 20 und 21) geht fast vollständig auf ein einziges Ereignis zurück, als sich gleich 8 grössere Schleien (13.5 kg) in der Reuse fanden (vergl. Abb. 18). Dieses Ereignis war auch der Hauptgrund für die erhöhte Fangmenge in den Normalreusen insgesamt. Betrachtet man nur den Fang an vermarktbareren Fischen (in diesem Fall Flussbarsche) so wurde in den Doppelwand- und Normalreusen mit 16.7 bzw. 14.3 kg praktisch gleich viel gefangen. In den Doppelwandreusen wurden 0.87 kg verletzte Fische vorgefunden, in den Normalreusen deren 0.61 kg, was einem Gewichtsanteil von 4.16 bzw. 2.19% der gefangenen Fische unabhängig ihrer Art entspricht. Bezüglich Anzahl verletzter Fische lagen Doppelwand- (16 Stück, 5.02%) und Normalreusen (13 Stück, 4.94%) praktisch gleich auf. 7 bzw. 5 Flussbarsche waren in Doppelwand- bzw. Normalreusen unverletzt oder nur mit geringen Verletzungen im Kopfbereich verendet. Solche Ausfälle fanden wir auch in den Reusen der Berufsfischer (vergl. Abschnitt 4.1.1). Je 5 der verletzten Flussbarsche in Doppelwand- und Normalreusen waren noch in so gutem Zustand, dass sie verwertet werden konnten. Der kormoranbedingte Ausfall bei den Flussbarschen betrug somit 3.9% (0.65 kg) bei den Doppelwand- bzw. bei 2.8% (0.4 kg) bei den Normalreusen.

Die sehr geringen Unterschiede kombiniert mit der kleinen Stichprobe lassen keine quantitative Wirkungsbewertung der Doppelwand zu.

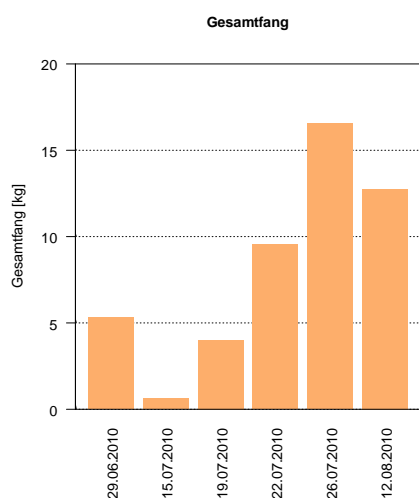


Abb. 18: Gesamtfang in den Reusen im Zeitverlauf während des Flussbarschfangs im Sommer. Die Werte sind je Fangtag über beide Reusentypen aufsummiert.

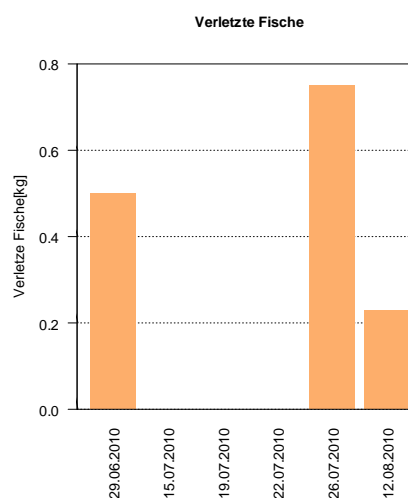


Abb. 19: Gewicht verletzter Fische im Zeitverlauf während des Flussbarschfangs im Sommer. Die Werte sind je Fangtag über beide Reusentypen aufsummiert dargestellt.

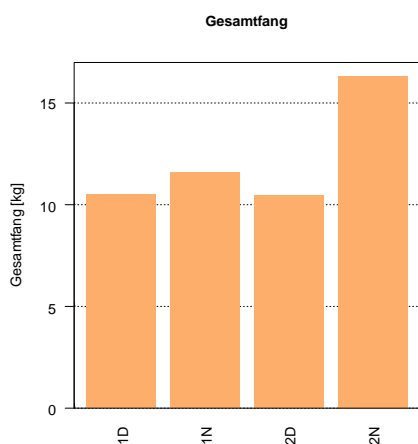


Abb. 20: Fang in den einzelnen Reusen während des Flussbarschfangs im Sommer. Die Werte sind aufsummiert je Reuse dargestellt, wobei D jeweils für Doppelwandreuse und N für Normalreuse steht.

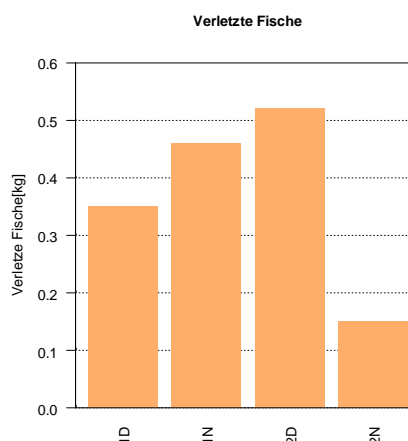


Abb. 21: Gewicht verletzter Fische in den einzelnen Reusen während des Flussbarschfangs im Sommer. Die Werte sind je Einzelreuse über die ganze Fangperiode aufsummiert dargestellt, wobei D jeweils für Doppelwandreuse und N für Normalreuse steht.

Qualitative Erkenntnisse

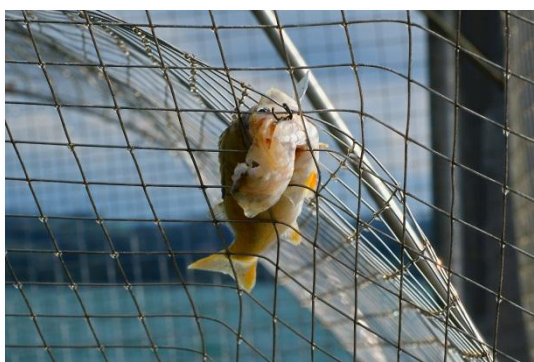


Abb. 22: Ein verletzter Flussbarsch steckt im Reusentrichter (Gitter im Vordergrund) fest. Aufgrund der erheblichen Verletzungen im Kopfbereich identifizierten wir den Kormoran als Verursacher. Der Fisch befindet sich in der äussersten Ecke des tunnelförmigen Innenkäfigs, dort wo er auf den Reusentrichter trifft. In diesem Bereich war die Reuse nicht doppelwandig konstruiert und der Innenkäfig von aussen zugänglich (Foto ©2010 Michael Vogel).

Wir stellten wiederholt fest, dass Fische mit kormorantypischen Verletzungen im Bereich des Eingangstrichters in den Maschen der Doppelwandreusen steckten. In diesem Bereich waren die Reusen konstruktionsbedingt nicht doppelwandig (vergl. Abb. 7, Abschnitt 3.4). Offensichtlich konnten Kormorane diese Schwachstelle erkennen und nutzen. Zudem stellten wir auch in den Doppelwandreusen tote Fische fest, die keine oder nur geringfügige Verletzungen im Kopfbereich aufwiesen. Gegen diese Schadensart, deren Ursache wir nicht klar zuordnen können, ist die Doppelwandkonstruktion wirkungslos.

4.2.2. Präventionspotenzial von Petardeneinsätzen am Netz

Aufgrund der bis zuletzt tiefen Kormoranpräsenz an den Netzen brachte der Vergleich von Messwerten aus Massnahmen- und Kontrollnetz für die Bewertung des Präventionspotentials der Petarden nur wenige Erkenntnisse. Bei der Beurteilung der Wirkung der Präventionsmassnahme stützten wir uns deshalb stärker auf qualitative Resultate, die von den Beobachtungen der Netze und der praktischen Fischereitätigkeit stammten.

Einfluss der Petardeneinsätze auf die Fangträge

Im Sommer wurden total 504 kg Fisch gefangen. Rotaugen machten mit knapp 71% der Anzahl bzw. 83% des Gewichts den weitaus grössten Teil am Fang aus. Flussbarsche trugen mit gut 28% der Anzahl bzw. 14% des Gewichts verhältnismässig wenig bei. Andere Fischarten machten lediglich 1% der Anzahl bzw. 3% des Gewichts aus. In keiner der vier Versuchswochen gab es signifikante Unterschiede zwischen den Fangmengen des Kontroll- und Massnahmennetzes, auch nicht während des Petardeneinsatzes in Woche 4.

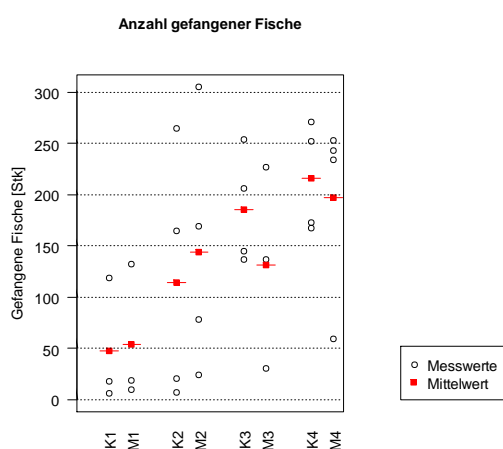


Abb. 24: Anzahl gefangener Fische während des Flussbarschfangs im Sommer. Mess- und Mittelwerte von Kontroll- (K) und Massnahmennetz (M) sind je Versuchswoche gegenübergestellt. Der Petardeneinsatz am Massnahmennetz erfolgte in der Versuchswoche 4.

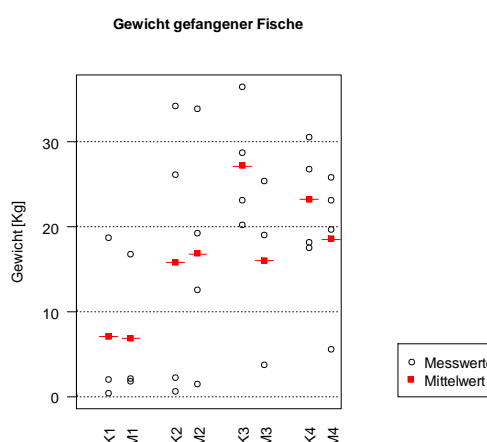


Abb. 23: Gewicht gefangener Fische während des Flussbarschfangs im Sommer. Mess- und Mittelwerte von Kontroll- (K) und Massnahmennetz (M) sind je Versuchswoche gegenübergestellt. Der Petardeneinsatz am Massnahmennetz erfolgte in der Versuchswoche 4.

Im Winter wurden total 241 kg Fisch gefangen. Mit knapp 93% der Anzahl und 86% des Gewichts wurden fast ausschliesslich Felchen gehoben. Andere Arten hatten einen Gewichtsanteil von gut 14% wovon Schleien und Rotfedern mit je knapp 4% und Seeforellen mit knapp 2% den grössten Anteil hatten. In keiner der vier Versuchswochen gab es signifikante Unterschiede zwischen den Fangmengen zwischen Kontroll- und Massnahmennetz, auch nicht während des Petardeneinsatzes in Woche 4. Die Tendenz zu weniger Fang gegen Ende der Versuchsetappe ging einher mit der zu Ende gehenden Laichzeit und dem damit verbundenen Rückzug der Felchen von den Laichplätzen (vergl. Abb. 25 und Abb. 26).

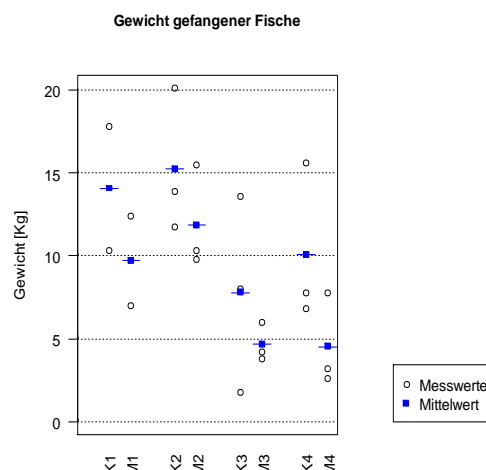
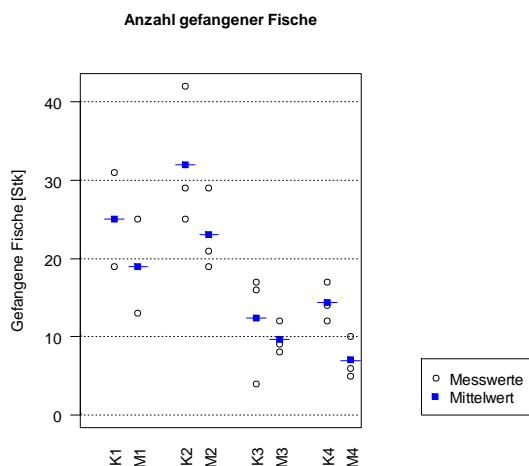


Abb. 25: Anzahl gefangener Fische während des Felchen-Laichfischfangs im Winter. Mess- und Mittelwerte von Kontroll- (K) und Massnahmennetz (M) sind je Versuchswoche gegenübergestellt. Der Petardeneinsatz am Massnahmennetz erfolgte in Versuchswoche 4.

Abb. 26: Gewicht gefangener Fische während des Felchen-Laichfischfangs im Winter. Mess- und Mittelwerte von Kontroll- (K) und Massnahmennetz (M) sind je Versuchswoche gegenübergestellt. Der Petardeneinsatz am Massnahmennetz erfolgte in Versuchswoche 4.

Einfluss der Petardeneinsätze auf das Auftreten verletzter Fische

In der Sommerperiode stellten wir in den Testnetzen insgesamt 8.1 kg (70 Stk.) verletzte Fische fest, was einem Anteil von 1.7% am Gesamtfang entspricht. Betroffen waren hauptsächlich Rotaugen, welche mit 82% gleichzeitig auch den grössten Anteil am Fang hatten. Von der Gesamtanzahl verletzter Fische wiesen wir 18 Exemplare (0.4%) dem Kormoran als Verursacher zu, 32 (0.8%) den Raubfischen und bei 20 Exemplaren (0.5%) war die Verletzungsursache nicht eindeutig. Die dem Kormoran zugeordneten Fische setzten sich zusammen aus 13 Rotaugen und 5 Flussbarschen und hatten zusammen einen Anteil von 0.43% am Gesamtfang. Dieser Wert ist vergleichbar mit jenem, der bei den Netzen der Berufsfischer festgestellt wurde (vergl. Abschnitt 4.1). Wenn man ausschliesslich die verkäuflichen Fische betrachtet (in diesem Fall Flussbarsche) so resultiert ein Anteil von 0.42% an deren Gesamtfang.

Da wir während der Woche mit Petardeneinsatz weder am Kontroll- noch am Massnahmennetz Hinweise auf Kormoranattacken feststellten, können wir deren Wirkung anhand des Parameters *verletzte Fische* nicht beurteilen (siehe Abb. 27). Eine Qualitative Beurteilung findet sich im Abschnitt 4.2.3.

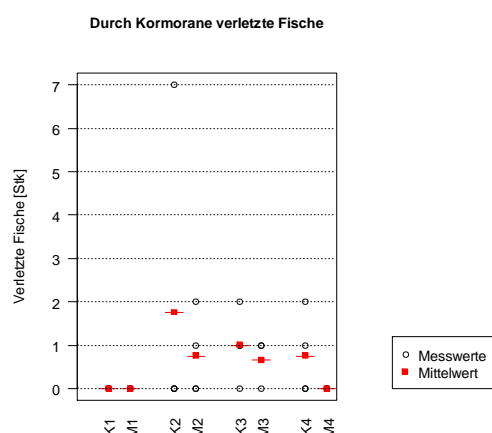


Abb. 27: Anzahl verletzter Fische während des Flussbarschfangs im Sommer. Mess- und Mittelwerte von Kontroll- (K) und Massnahmennetz (M) sind je Versuchswoche gegenübergestellt. Der Petardeneinsatz am Massnahmennetz erfolgte in Versuchswoche 4.

Während der Wintersaison stellten wir lediglich eine einzige verletzte Felche fest, welche wir aufgrund des Verletzungsmusters dem Kormoran als Verursacher zuordneten und die einen Gewichtsanteil von 0.21% am Gesamtfang hatte. Raubfischangriffe konnten wir keine feststellen. Aufgrund dieser Datenlage verzichteten wir an dieser Stelle auf weitere Ausführungen.

Einfluss der Petardeneinsätze auf Netzschäden

Die Anzahl der täglich in den Netzen neu entstehenden Löcher schwankte sehr stark. Aus einem direkten Vergleich zwischen Kontroll- und Massnahmenetz können wir keine Schlüsse über die Wirksamkeit der Petarden ziehen.

Während der Wochen mit Petardeneinsatz gab es keine (im Sommer) bzw. wenige (im Winter) Hinweise auf Kormoranaktivität an Kontroll- oder Massnahmenetz. Aus diesem Grund zeigen wir an dieser Stelle keine detaillierten Analysen über den Lochverlauf in den unterschiedlichen Netzen. Für diese Thematik verweisen wir auf Anhang A.

4.2.3. Diskussion Schadensprävention und Anwendung in der Fischereipraxis

Obwohl unsere Resultate auf Grund beschränkter Stichproben und generell geringen Schadensausmasses keine statistisch gesicherten Aussagen über die Wirkung der getesteten Massnahmen zulassen, sehen wir sowohl Doppelwandreusen als auch Petardeneinsätze an den Netzen nicht als taugliche Mittel zur Schadensprävention an. Dafür gib es verschiedene Gründe:

Bei den Doppelwandreusen bleiben die Fische einerseits im Bereich des Eingangstrichters für Kormorane erreichbar. Eine komplett doppelwandige Konstruktion der Reusen wäre unverhältnismässig aufwändig und teuer. Zudem würde das deutlich erhöhte Gewicht insbesondere für Fischer mit kleinen Booten Probleme beim Bergen der Reusen mit sich bringen. Andererseits ist die Doppelwandkonstruktion grundsätzlich wirkungslos gegen das Verenden der Fische in den Reusen als Folge von Stress, was mindestens ein Drittel des Ausfalls ausmacht (vergl. Abschnitte 4.1.1 und 4.2.1).

Während der Petardeneinsätze im Winter beobachteten wir an zwei aufeinanderfolgenden Tagen (22. und 23.12.) jeweils einen Kormoran, der erfolgreich am Petardennetz nach Fischen tauchte. Obwohl gezielt Petarden abgefeuert wurden, liess sich der Kormoran in beiden Fällen nicht von der Nahrungsaufnahme abhalten. Er verliess den Ort jeweils erst, nachdem er eine Felche verschlungen hatte und schien den Petardenbeschuss völlig zu ignorieren. Diesen Sachverhalt werten wir als starken Hinweis darauf, dass Petarden kein geeignetes Mittel zur Schadensprävention sind. Diese Beurteilung deckt sich mit den Erfahrungen der Berufsfischer am Neuenburgersee, von welchen einige seit Jahren Petarden einsetzen. Auch die Erkenntnisse aus einem Präventionsprogramm, welches die Fischereibehörden des Kantons Bern in den 90er Jahren an der Aare ausführten, kommen zum selben Schluss (Küng 2011, mündl.). Möglicherweise würden sich Petarden anders auswirken, wenn sie mit gelegentlichem letalem Beschuss kombiniert würden (Einzelabschüsse). Besondere Bedeutung bekäme diese Massnahme, wenn sich die Hypothese bestätigte, dass Kormoranschäden an den Netzen vor allem durch spezialisierte Einzelindividuen entstehen (siehe Abschnitt *Spezialistenhypothese* im Kapitel 4.1.2).

5. Empfehlungen

In diesem Abschnitt beziehen wir uns auf den Auftrag als Ganzes und seine Einzelaspekte und geben abschnittsweise Empfehlungen ab, die wir sachlich begründen. Wir stützen uns dabei auf die Erfahrungen und Erkenntnisse, die wir im Rahmen unserer vierjährigen Forschungsarbeiten zum Thema Berufsfischerei und Kormoran am Neuenburgersee erlangten. Die Basis bilden dabei der vorliegende Bericht sowie Robin et al. (2009;2010) und Robin & Graf (2008).

5.1. Hilfsmittel bei der Schadensansprache

Art. 9 WZVV Besondere Massnahmen

1 Die Kantone können für die Regulierung von jagdbaren Tierarten in Wasser- und Zugvogelreservaten besondere Massnahmen vorsehen, sofern dies zur Verhütung von untragbaren Schäden notwendig ist und die Schutzziele dadurch nicht beeinträchtigt werden. Diese Massnahmen bedürfen einer vorgängigen Bewilligung durch das Bundesamt.

Art. 12 JSG Verhütung von Wildschaden

1 Die Kantone treffen Massnahmen zur Verhütung von Wildschaden.

2 Sie können jederzeit Massnahmen gegen einzelne geschützte oder jagdbare Tiere, die erheblichen Schaden anrichten, anordnen oder erlauben. Mit der Durchführung dieser Massnahmen dürfen sie nur Jagdberechtigte und Aufsichtsorgane beauftragen.
2bis Der Bundesrat kann geschützte Tierarten bezeichnen, bei denen das Bundesamt die Massnahmen nach Absatz 2 anordnet.

3 Die Kantone bestimmen, welche Selbsthilfemassnahmen gegen jagdbare Tiere zum Schutze von Haustieren, Liegenschaften und landwirtschaftlichen Kulturen zulässig sind. Der Bundesrat bezeichnet die geschützten Tierarten, gegen die solche Selbsthilfemassnahmen ergriffen werden dürfen.

4 Weist eine geschützte Tierart einen zu hohen Bestand auf und entsteht dadurch grosser Schaden oder eine erhebliche Gefährdung, so können die Kantone mit vorheriger Zustimmung des Departements Massnahmen zur Verringerung des Bestandes treffen.

Art. 10 JSV¹⁶ Entschädigung und Schadenverhütung

1 Der Bund leistet den Kantonen an die Entschädigung von Wildschäden die folgenden Abgeltungen:

a. 80 Prozent der Kosten von Schäden, die von Luchsen, Bären und Wölfen verursacht werden;

b. 50 Prozent der Kosten von Schäden, die von Bibern, Fischottern und Adlern verursacht werden.

2 Die Kantone ermitteln die Höhe und die Verursacher des Wildschadens.

3 Der Bund leistet die Abgeltung nur, wenn der Kanton die Restkosten übernimmt.

4 Der Bund kann Massnahmen fördern, die in regionalen Projekten getroffen werden, um Wildschäden durch Luchse, Bären oder Wölfe zu verhüten.

5 Das BAFU kann Massnahmen gegen Biber, Fischotter und Adler verfügen, die erheblichen Schaden anrichten.¹⁷

6 Das BAFU erstellt Konzepte für die Tierarten nach Absatz 1. Sie enthalten namentlich Grundsätze über den Schutz, den Abschuss oder Fang, die Verhütung und Ermittlung von Schäden sowie die Entschädigung von Verhütungsmassnahmen.

Der Umgang mit Schäden, welche auf die Kormorankolonie am Neuenburgersee zurückgehen, ist im Speziellen in Art. 9 der WZVV geregelt, jener mit Wildschäden im Allgemeinen in Art. 12 JSG und 10 JSV. Aus diesen Gesetzestexten lässt sich die Notwendigkeit nach einer Belegung des tatsächlichen Schadensausmasses als Grundlage für weitere Massnahmen ableiten.

Die Beurteilung von Kormoranschäden an den Netzen der Berufsfischer ist eine sehr komplexe Angelegenheit. Es gibt dabei viele Sachverhalte, die zwar plausibel sind, deren exakte wissenschaftliche Prüfung jedoch nur schwer möglich ist. Es ist deshalb wichtig, dass Schadensbeurteilungen auf effektiven Erhebungen basieren, für welche möglichst sicher prüfbare bzw. zuzuordnende Messgrössen ausgewählt werden. Im Hinblick auf die gesetzliche Forderung nach Schadensdokumentation, auf die Vergleichbarkeit von Resultaten und wegen bestehender Unsicherheiten bei der Zuordnung verletzter Fische sehen wir es als zielführend an, dass die Ansprache der Kormoranschäden standardisiert wird.

Als Hilfeleistung dazu entwickelten wir ein Methodenblatt für die Schadensansprache, welches in Anhang B zu finden ist (Vogel et al. 2012).

Unsere Daten weisen ein geringes Ausmass an Kormoranschäden in der Berufsfischerei am Neuenburgersee aus. Dieser Befund ist als Momentaufnahme zu betrachten, welche unter den aktuellen Gegebenheiten erhoben wurde und die aktuelle Situation wiedergibt. Die Kormoranbestände werden in Zukunft vermutlich weiter anwachsen, und auch die Raubfische unterliegen populationsdynamischen Prozessen. Folglich dürfte sich der Schadensverlauf über die Zeit verändern. Ein regelmässiges Monitoring der Schäden ist sinnvoll, damit solche Veränderungen erfasst, eventuelle ausserordentliche Schadenssituationen erkannt und künftige Managemententscheide auf jeweils aktuelle Datengrundlagen abgestützt werden können.

5.2. Anpassung der Fischereipraxis

In der Beachtung des raumzeitlichen Aktivitätsmusters der Kormorane sehen wir in der Fischereipraxis Potenzial zur Schadensverminderung. So empfehlen wir, die Netze am Morgen noch vor der Hauptaktivitätszeit der Kormorane zu heben, insbesondere während der Felchen-Laichfischfischerei im Dezember. Möglicherweise bietet auch eine an die Raumnutzung der Kormorane angepasste Fangplatzwahl ein Potenzial zur Schadensprävention. Dieses Potenzial ist bisher nicht untersucht (siehe dazu Abschnitt 5.4). Bei den Reusen können Ausfälle bei den Flussbarschen voraussichtlich reduziert werden, indem die Hebefrequenz erhöht wird.

Die aktuelle Praxis bei der Fischabfallentsorgung empfehlen wir zu überdenken und anzupassen. Die derzeit gängige Entsorgung in den See steht im Widerspruch zur Prävention von Kormoranschäden (Konditionierung), aber auch zu einem schonenden Umgang mit der Ressource Fisch und der Tierschutzethik (vergl. Abschnitt **Fehler! Verweisquelle konnte nicht gefunden werden.**).

5.3. Präventionsmassnahmen

In der aktuellen Situation mit einem geringen kormoranbedingten Schadensausmass sind aufwändige, technische Präventionsmassnahmen kaum verhältnismässig und wirtschaftlich nicht begründbar. Der Petardeneinsatz an Netzen führte in unseren Versuchen zu keiner quantitativ bewertbaren Schadensminderung. Unsere Beobachtungen zeigten, dass Kormorane den Beschuss sogar ignorierten. Auch die getesteten Doppelwandreusen konnten Verletzungen und Mortalität der darin gefangenen Fische nicht reduzieren. Wir können folglich keine dieser beiden Massnahmen für die Praxis empfehlen (vergl. Abschnitt 4.2.3).

Der Gebietsschutz mit Vogelscheuchen (siehe Robin et al. 2010) könnte in jenen Fällen eine Option darstellen, wo Schäden in einem relativ kleinen Gebiet gehäuft auftreten, viele Netze gesetzt sind oder wo man den Einflug von Kormoranen aus anderen Gründen verhindern will (z.B. Laichplätze). Die Kombination von Vogelscheuchen mit Einzelabschüssen ist ein prüfenswerter Ansatz. Einerseits können Einzelabschüsse die Wirkung der Vogelscheuchen unterstützen bzw. sie über die Zeit aufrecht halten (Stickleby & King 1995; Stickleby et al. 1995). Andererseits können die Vogelscheuchen den personellen Aufwand für die Abschüsse reduzieren, indem sie die Jäger während einer gewissen Zeit „vertreten“ können.

5.4. Künftiger Forschungsbedarf

5.4.1. Kenntnislücke Raumnutzung des Kormorans

Unsere Versuche mit den Präventionsmassnahmen führten wir in unmittelbarer Nähe zur Brutkolonie im Fanel durch. Dennoch lieferten weder die festgestellten Schäden noch die Beobachtungen der Netze während der Versuche Hinweise auf massive Kormoraneinflüge an den Fanggeräten. Unsere bisherigen Untersuchungen wie auch der grösste Teil der bestehenden Literatur zum Thema Kormoranschäden in der Berufsfischerei fokussierten aber aufgabenbedingt stark auf die technischen Aspekte und folglich auf den Humanaspekt des ganzen Sachverhaltes. Diese Herangehensweise ist zwar legitim, da das „Problem“ kein ökologisches ist, sondern erst durch das tatsächliche oder mutmassliche

Zusammenprallen der Bedürfnisse des Kormorans mit den menschlichen Interessen entsteht. Aus biologischer Sicht problematisch ist, dass ob all der Berechnungen von Schadensprozenten und Tests von Präventionsmassnahmen an den Netzen die Art Kormoran und ihre Verhaltensweisen in den Hintergrund geraten. Wie die Kormorane am Neuenburgersee ihren Tag verbringen, wo sie sich aufhalten, welche Gebiete sie bevorzugt zur Jagd nutzen und ob Fanggeräte in gewissen Regionen deshalb besonders gefährdet sind, darüber wissen wir kaum etwas. Es gibt zwar einige Studien, welche die Raumnutzung der Kormorane an Europäischen Seen untersuchen (z.B. Niederer 2010; Paillisson et al. 2004). Diese zeigen aber, dass die Kormorane sehr flexibel sind, und dass sie ihr Raumnutzungsverhalten abhängig von der Gewässermorphologie, der Landschaft und der Nahrungsverfügbarkeit anpassen. Offenbar verfügen insbesondere Mehrfachbrüter in der Umgebung ihres Brutgebietes mit der Zeit über detaillierte Ressourcenkenntnisse (Bregnballe & Rasmussen 2000) und nutzen ihr Areal gemäss der individuellen Erfahrung. Resultate von spezifischen Untersuchungen können also nur bedingt auf andere Gewässerregionen übertragen werden.

Für eine künftige Schadensprävention erachten wir es als sehr wichtig, das Raumnutzungsverhalten der hiesigen Kormorane zu kennen und empfehlen deshalb, dieses mittels einer Telemetriestudie zu untersuchen. Der Sachverhalt, dass die Kormorane im Fanel auf Bodennestern brüten, bietet aussergewöhnlich günstige Voraussetzung für den Fang von Tieren. Telemetrische Untersuchungen böten auch die Gelegenheit, die von uns formulierte Spezialistenhypothese zu prüfen.

Unsere Erfahrungen im Test von Präventionsmassnahmen zeigen, dass der Einzelnetzschutz nicht oder zumindest nicht mit verhältnismässigem Aufwand erfolgen kann (siehe dazu auch Robin et al. 2010). Gerade deshalb sehen wir in der vertieften Beachtung des Raumverhaltens der lokalen Kormorane und einer allfälligen Meidung gewisser Gebiete Potenzial zur Schadensvermeidung. Diesen Ansatz sehen wir als weitere Möglichkeit einer schadensverhindernden Strategie.

5.4.2. Präventionsmassnahmen und Methoden

Der Einsatz von Vogelscheuchen sowie deren Kombination mit Einzelabschüssen im Sinne eines Flächenschutzes sind, soweit wir wissen, bisher noch nie systematisch untersucht worden. Angesichts des Potenzials zur Verminderung des Personalaufwandes bei Abschüssen (vergl. Abschnitt 5.3) und der noch ungeklärten Fragen bezüglich Wirkungsradius, Langzeitwirkung bzw. Habituation der Vogelscheuchen an sich, sehen wir hier weiteren Klärungsbedarf (vergl. Robin et al 2010).

Für die weitere Präzisierung unseres Ansatzes beim Zuordnen verletzter Fischen zu einem Verursacher könnten digitale Bildanalyse-Verfahren helfen. Mit deren Hilfe könnten Verletzungsmuster genauer spezifiziert werden und damit die Ansprechbarkeit verbessert werden. Das Potenzial solcher Verfahren sollte systematisch untersucht werden.

5.5. Überlegungen zur Thematik des Beifangs

In der aktuellen Vermarktungspraxis der einheimischen Fische besteht eine sehr starke Fokussierung auf wenige Fischarten. So stehen gegenwärtig vor allem Felchen und Flussbarsche, daneben auch Hechte und Seeforellen (je nach See auch einzelne weitere Arten) im Interesse der Berufsfischer. Nebst diesen Zielfischen geraten auch immer andere Fischarten ins Netz. Die Menge dieses so genannten Beifangs ist beträchtlich. So betrug er im Jahr 2010 alleine am Neuenburgersee nach Fangstatistik 26 Tonnen. Die tatsächlich gefangene Menge dürfte bedeutend grösser sein, da die Berufsfischer die Statistik bezüglich Beifang nach unserer Erfahrung nur ungenau führen (vergl. Abschnitt *Grobe Quantifizierung der kormoran-verursachten Schäden* im Anhang A). Auch hier zeigt sich der Mangel an Aufmerksamkeit, der diesen Fischarten zu Teil wird.

Insbesondere Karpfenartige („Weissfische“) fallen in grossen Mengen an. Diese sind aber aufgrund ihrer vielen und stark ausgebildeten Gräten wenig beliebt. Es gibt aber auch sehr wohlschmeckende und gut zum Verzehr geeignete Arten wie Schleien, Welse oder Trübschen, die bei der Kundschaft wenig bekannt sind, und deshalb schwer abgesetzt werden können. Der Grossteil dieser Fische wird heute entsorgt, was einerseits in Bezug auf die Kormoran-Schadensprävention problematisch ist (vergl. Abschnitt 5.2), andererseits auch ethische Fragen aufwirft. Die regelmässige und umfangreiche Verwendung vieler dieser Fischarten in anderen Ländern (z.B. Karpfenartige in Deutschland) zeigt, dass sie für den Verzehr geeignet sind und von der Kundschaft akzeptiert werden. Oft scheitert deren Vermarktung in der Schweiz daran, dass ihnen ein (lokal) schlechter Ruf anhaftet oder dass sie den Kunden nicht bekannt sind. Um dem entgegenzuwirken sind PR-Massnahmen notwendig. So könnten beispielsweise Spitzenköche motiviert werden, Menus aus verschiedenen Weissfischarten zu kreieren. Bei publikumswirksamer Präsentation solcher Aktionen auch in Kombination mit wissenschaftlichen Ergebnissen (z.B. in Fernsehsendungen wie Einstein etc.), könnte das Image bisher verschmähter Fischarten aufgebessert werden. Angesichts der stetig steigenden Nachfrage nach Fisch, welcher heute grösstenteils durch den Import von Ware aus oft ökologisch bedenklicher Fischerei und Zucht gedeckt wird, stellt der heutige Umgang mit den genannten Arten eine Verschwendung der eigenen Ressourcen dar.

Dank

Folgenden Personen und Institutionen danken wir für ihr Interesse und die stete Unterstützung:

- Dr. Bruno Stadler und Dr. Reinhard Schnidrig, Abteilung Arten, Ökosysteme, Landschaften, Sektion Jagd, Fischerei, Waldbiodiversität des Bundesamtes für Umwelt BAFU, für den interessanten und spannungsreichen Auftrag
- Den Mitgliedern der Technischen Kommission des Fischereikonkordates Neuenburgersee, Isabelle Tripet und Dr. Jean-Marc Weber (NE), Dr. Jean-Daniel Wicky (FR) und Dr. Frédéric Hofman (VD) sowie dem Fischereiaufseher Valère Bilat, für das stete Interesse am Projekt, die Unterstützung in rechtlichen Fragen und die Erteilung der erforderlichen Bewilligungen
- Anna Baumann, Direktorin des Natur- und Tierparks Goldau, und Zootierarzt Dr. Martin Wehrle für die Ermöglichung und Unterstützung von Versuchen mit im Gehege gehaltenen Kormoranen im Rahmen der Bachelorarbeit von Numa Pfenninger
- Dr. Verena Keller, Schweizerische Vogelwarte, Sempach, für die laufende Information über die Entwicklung des Kormoranbestandes in der Schweiz
- Dem Institut für Umwelt und Natürliche Ressourcen der Zürcher Hochschule für Angewandte Wissenschaften ZHAW in Wädenswil unter der Leitung von Prof. Jean-Bernard Bächtiger für die grosszügige Unterstützung des Projektes
- Dr. Augustin Krämer für seine schriftlichen Auskünfte zu den Verhältnissen im Kanton Thurgau
- Gérald Kyburz, Dr. Serafin Blumer und Numa Pfenninger für die praktische Unterstützung bei der Datenerhebung
- Dr. Claudio Signer, WILMA-ZHAW, für das Lektorat
- Ein besonderer Dank gebührt dem Berufsfischer Samuel Progin für die innovative und stets wohlwollende Zusammenarbeit, für seinen Einsatz während der Versuche auf dem See und den vielfältigen technischen Support. Ohne seinen grossen Einsatz wäre das Projekt nicht durchzuführen gewesen.

Quellenverzeichnis

- Anon. 2006. Reglement vom 28. April 2006 über die Ausübung der Fischerei im Neuenburgersee in den Jahren 2007, 2008 und 2009.
- Antoniazza M. 2009. Données du recensement Lac de Neuchâtel / janvier 2009. Homepage der Grande Cariçaie. Groupe d'étude et de gestion (GEG). <http://www.grande-caricaie.ch/spip/spip.php?rubrique209>.
- Antoniazza M., Korner-Nievergelt F., Keller V. 2012: Les mouvements des Grands Cormorans *Phalacrocorax carbo* bagués dans la colonie du Fanel, lac de Neuchâtel. *Nos Oiseaux* 59 : 11-22.
- Bauer K.M., Glutz von Blotzheim U.N. 1966. Handbuch der Vögel Mitteleuropas Band I. Frankfurt a.M.: 239-261.
- Bilat V. 2011. Schriftliche Mitteilung am 19.07.2011.
- Bregnballe T., Rasmussen T. 2000. Post-breeding dispersal of Great Cormorants *Phalacrocorax carbo sinensis* from Danish breeding colonies. *Dansk Ornitologisk Tidsskrift* 94: 175-187.
- Egloff K., Krämer A. 2004. Kormoranschäden in der Netzfischerei am Bodensee-Untersee. *Fischer & Teichwirt* 59: 884-885.
- 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 V., Gerber A. 2009. Kormoranbruten Schweiz 2009. Faktenblatt Kormoran Schweizerische Vogelwarte, Sempach.
- Keller V., Müller C. 2010. Kormoranbruten Schweiz 2010. Faktenblatt Kormoran Schweizerische Vogelwarte, Sempach.
- Keller V., Müller C. 2011. Kormoranbruten Schweiz 2011. Faktenblatt Kormoran Schweizerische Vogelwarte, Sempach.
- Keller V. 2009. Schweizerische Vogelwarte, Sempach; briefl. Mitteilung am 28.01.2009.
- Keller V. 2011. Schweizerische Vogelwarte, Sempach; mündl. Mitteilung am 07.07.2011.
- Keller V. 2011. Schweizerische Vogelwarte, Sempach; briefl. Mitteilung am 18.07.2011.
- Keller V., Antoniazza M., Mosimann-Kampe P., Rapin P. 2012: Dix ans de reproduction du Grand Cormoran *Phalacrocorax carbo* en Suisse (2001-2010). *Nos Oiseaux* 59 : 3-10.
- Küng C. 2011. Leiter Fischereiwirtschaft - Amt für Landwirtschaft und Natur des Kantons Bern. Mündliche Mitteilung am 15.03.2011.
- Krämer A. 2009. Briefl. Mitteilung am 06.02.2009.
- Marquiss M., Carss D.N. 1994a. Avian piscivores: Basis for policy. A report produced under contract by the Institute of Terrestrial Ecology for the National Rivers Authority. R & D Project Record 461/8/N&Y. National Rivers Authority. 19 pp.
- Marquiss M., Carss D.N. 1994b. Fish-eating birds: assessing their impact on freshwater fisheries. R & D Report No. 15. National Rivers Authority. 104 pp.
- Niederer H. 2010. Der Kormoran im Naturschutzgebiet Rheindelta. Begleitendes Monitoring und Evaluierung der Vergrämungsmaßnahmen; Jahresbericht 2010. 65pp.
- Paillisson J.M., Carpentier A., Le Gentil J., Marion L. 2004. Space utilization by a cormorant (*Phalacrocorax carbo* L.) colony in a multi-wetland complex in relation to feeding strategies. *C. R. Biologies* 327(5): 493-500.

- Parrott D., McKay H.V., Watola G.V., Bishop J.D., Langton S. 2003. Effects of a short-term shooting program on non-breeding cormorants at inland fisheries. *Wildlife Society Bulletin* 31:1092-1098.
- 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.
- Pfenninger N. 2010. Experimente über den Zusammenhang von Kormoranen und Schäden an Fischnetzen. Bachelorthesis. ZHAW, IUNR, Wädenswil. 39 pp; unveröffentlicht.
- 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; Typoskript; 33 pp.
- Robin K., Vogel M. 2009. 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, Abt. Artenmanagement AMA, Bundesamt für Umwelt BAFU. © BAFU & ZHAW; Typoskript, pp. 31.
- Robin K., Vogel M., Graf R.F. 2010. Schäden an Fischernetzen durch Kormorane *Phalacrocorax carbo sinensis*, Präventionsprojekt Neuenburgersee. Schlussbericht 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. © BAFU & ZHAW; Typoskript; 64 pp + Anhang.
- 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.
- 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.
- 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
- Suter W. 1993. Kormoran und Fische. Veröffentlichung aus dem Naturhistorischen Museum Bern Nr. 1, 36 pp.
- Vogel M., Graf R.F., Robin K. 2012. Methodik zur Erhebung von Kormoranschäden in der Berufsfischerei. Bericht der Fachstelle Wildtier- und Landschaftsmanagement WILMA der Zürcher Hochschule für Angewandte Wissenschaften ZHAW für das Bundesamt für Umwelt, Abteilung Arten, Ökosysteme, Landschaften, Sektion Jagd, Fischerei, Waldbiodiversität. CH-3003 Bern; © BAFU & ZHAW; Typoskript; 8 pp.

Anhänge

- A. Statistische Analysen und Berechnungen** Fehler! Textmarke nicht definiert.
Zusammenhang zwischen verletzten Fischen und Netzschäden. **Fehler! Textmarke nicht definiert.**
Vergleich Anzahl verletzter Fische und neu entstehende Löcher **Fehler! Textmarke nicht definiert.**
Grobe Quantifizierung der kormoran-verursachten Schäden..... **Fehler! Textmarke nicht definiert.**
Fazit aus der statistischen Lochanalyse für die Schadensbeurteilung **Fehler! Textmarke nicht definiert.**
- B. Methodenblatt Erhebung Kormoranschäden** Fehler! Textmarke nicht definiert.

A. Statistische Analysen und Berechnungen

Zusammenhang zwischen verletzten Fischen und Netzschäden

Bei der Schadenserhebung haben wir verletzte Fische, die im Netz zurückbleiben, gezählt und auf Grund des Verletzungsmusters einem Verursacher zugeordnet. Würden Kormorane, andere fischfressende Vögel oder Raubfische im Netz gefangene Fische gänzlich entfernen, dann könnten wir diese mit den benutzten Methoden nicht erfassen. Um diese Möglichkeit zu prüfen, haben wir gezielte Fütterungsexperimente mit Kormoranen im Natur- und Tierpark Goldau durchgeführt. Weiter haben wir bei den im Neuenburgersee eingesetzten Netzen geprüft, ob eine statistisch relevante Beziehung zwischen der Anzahl verletzter Fische und der Anzahl entstehender Löcher im Netz besteht. Durch eine Kombination dieser beiden Datengrundlagen war es nun erstmals möglich, eine grobe Quantifizierung der Fischentnahmen vorzunehmen.

Diese Analysen konnten wir nur für die Sommerfangperiode mit den Flussbarschnetzen vornehmen. Für den Winter haben wir die Analyse ebenfalls durchgeführt, konnten jedoch keinen Zusammenhang zwischen neu entstehenden Löchern und Kormoranpräsenz bzw. verletzten Fischen finden. Der Grund für diese Feststellung liegt darin, dass in dieser Periode sehr wenige verletzte Fische festgestellt und nur ganz selten Kormorane an den Netzen beobachtet wurden.

Das Fütterungsexperiment mit im Tierpark lebenden Kormoranen ergab, dass diese in der Lage waren, Fische gänzlich aus dem Netz zu entfernen (nicht als Teil unseres Auftrages, sondern im Rahmen einer Bachelorarbeit untersucht; Pfenninger 2010). Beim Entfernen eines Fisches verursachten sie im Mittel 1.5 Löcher, und diese waren in ca. 70% der Fälle grösser als 10 cm. Berücksichtigt man nur die Löcher, die mehr als 10 cm massen, entstanden 0.93 Löcher pro entnommenem Fisch (Pfenninger 2010; siehe auch Abschnitt 3.7.1).

Vergleich Anzahl verletzter Fische und neu entstehende Löcher

Dass Löcher in den Netzen entstehen, gehört zum normalen Fischereialltag. Sie können auf verschiedenste Ursachen zurückgeführt werden (vergl. Abschnitt 4.1.2 sowie Robin et al. 2010). Im Schnitt stellten wir bei einem im See eingesetzten Netz pro Tag 7.5 neue Löcher mit einer Breite >10 cm fest. Kleinere Löcher entstehen in noch viel grösserer Zahl und werden teilweise vom Fischer selbst verursacht, wenn er Fische aus den Netzen entnimmt. Im Gegensatz zu einem verletzten Fisch kann ein Loch keinem bestimmten Verursacher zugeordnet werden, weder auf Grund der Form noch auf Grund der Grösse.

Indirekt konnten wir trotzdem einen Hinweis darauf finden, dass ein Teil der neu entstehenden Löcher auf Fischentnahmen aus dem Netz durch den Kormoran zurückgehen: Wir fanden einen deutlich positiven Zusammenhang zwischen der Anzahl neu entstehender Löcher >10 cm und der Anzahl verletzter Fische ($r^2=0.26$, $p=0.001$). Dieser Zusammenhang bestand sowohl bezüglich der totalen Anzahl verletzter Fische als auch der Anzahl durch Kormorane ($r^2=0.11$, $p=0.024$), resp. Raubfische verletzter Fische ($r^2=0.12$, $p=0.022$; vergl. Abb. A1 sowie Tab. A1).

Eine multiple Regressionsanalyse mit den neu entstandenen Löchern >10 cm als abhängige Variable brachte folgende Resultate: Bei der Selektion der erklärenden Variablen blieb lediglich die *Gesamtanzahl verletzter Fische* als Variable im Endmodell enthalten (vergl. Tab. A1). Hingegen fielen die Variablen *Setztiefe*, *Verbleibdauer* sowie *Gesamtfang* nacheinander aufgrund der Signifikanzschwelle 0.05 aus dem Modell.

Verwenden wir im Anfangsmodell die beiden Variablen *durch Kormorane verletzte Fische* und *die Anzahl durch Raubfische verletzter Fische* an Stelle der Gesamtanzahl verletzter Fische, so bleiben am Schluss nur diese beiden Variablen im Modell. Das Resultat dieser Regressionen lässt darauf schliessen, dass Raubfische und Kormorane etwa im gleichen Umfang zur Beziehung *neu entstehender Löcher* mit dem *Auftreten verletzter Fische* beitragen (vergl. Tab. A1 und Abb. A2).

Neu entstehende Löcher können also zu einem signifikanten Teil durch Ereignisse im Zusammenhang mit im Netz zurückbleibenden verletzten Fischen erklärt werden. Da die grösseren Löcher jedoch im Normalfall nicht dort entstehen, wo ein verletzter Fisch durch den Fischer aus dem Netz entfernt wurde (Felderfahrung M. Vogel), müssen wir davon ausgehen, dass mindestens ein Teil der neu entstandenen grösseren Löcher auf Attacken auf im Netz hängende Fische zurückgehen, bei denen der Fisch komplett entfernt wurde. Diese Attacken können im untersuchten System durch Kormorane, andere fischfressende Vögel oder Raubfische erfolgen.

Eine weitere Betrachtung unterstützt dieses Resultat. An Netzen mit Hinweisen auf Kormorananwesenheit (Auftreten durch Kormorane verletzter Fische oder am Netz beobachtete Kormorane) entstanden signifikant mehr Löcher (Mittelwert=12.3, n=14) als an Netzen ohne Hinweise auf die Anwesenheit von Kormoranen (Mittelwert=5.8, n=3; Wilcoxon signed rank test, $W=1389$, $p<0.001$; Abb. A3). Diesen Unterschied von 6.4 Löchern können wir aus verschiedenen Gründen nicht direkt dem Kormoran anlasten und in aus dem Netz entfernte Fische übersetzen, denn die Anwesenheit der Kormorane korreliert stark mit der Anzahl gefangener Fische sowie mit der Anzahl durch Raubfische verletzter Fische. Deshalb kann nur ein Teil dieser Zusatzlöcher dem Kormoran angelastet werden.

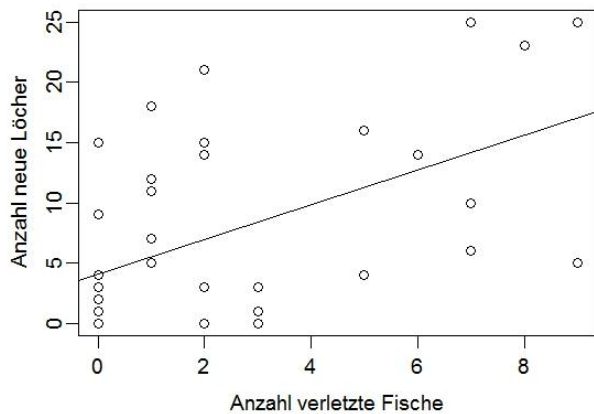


Abb. A1: Zusammenhang zwischen der totalen Anzahl verletzter Fische und der Anzahl bei einem Fangereignis neu entstandener Löcher ab einer Grösse von 10 cm (Lineare Regression $r^2=0.26$).

Tab. A1: Zusammenhang zwischen der Anzahl bei einem Fangereignis neu entstandener Löcher ab einer Grösse von 10 cm und der totalen Anzahl verletzter Fische (Modell 1) sowie der Anzahl durch Kormorane, resp. Raubfische verletzter Fische (Modell 2).

Variable	Koeffizient	SE	df	F	P
Modell 1 ($r^2=0.26$):					
V_Total	1.38	0.38	1	13.06	0.001
Konstante	4.68	1.43	1		0.002
Modell 2 ($r^2=0.25$):					
V_Kormo_Total	1.38	0.53	1	6.55	0.013
V_RaubF_Total	2.17	0.81	1	7.12	0.012
Konstante	4.48	1.47	1		0.004

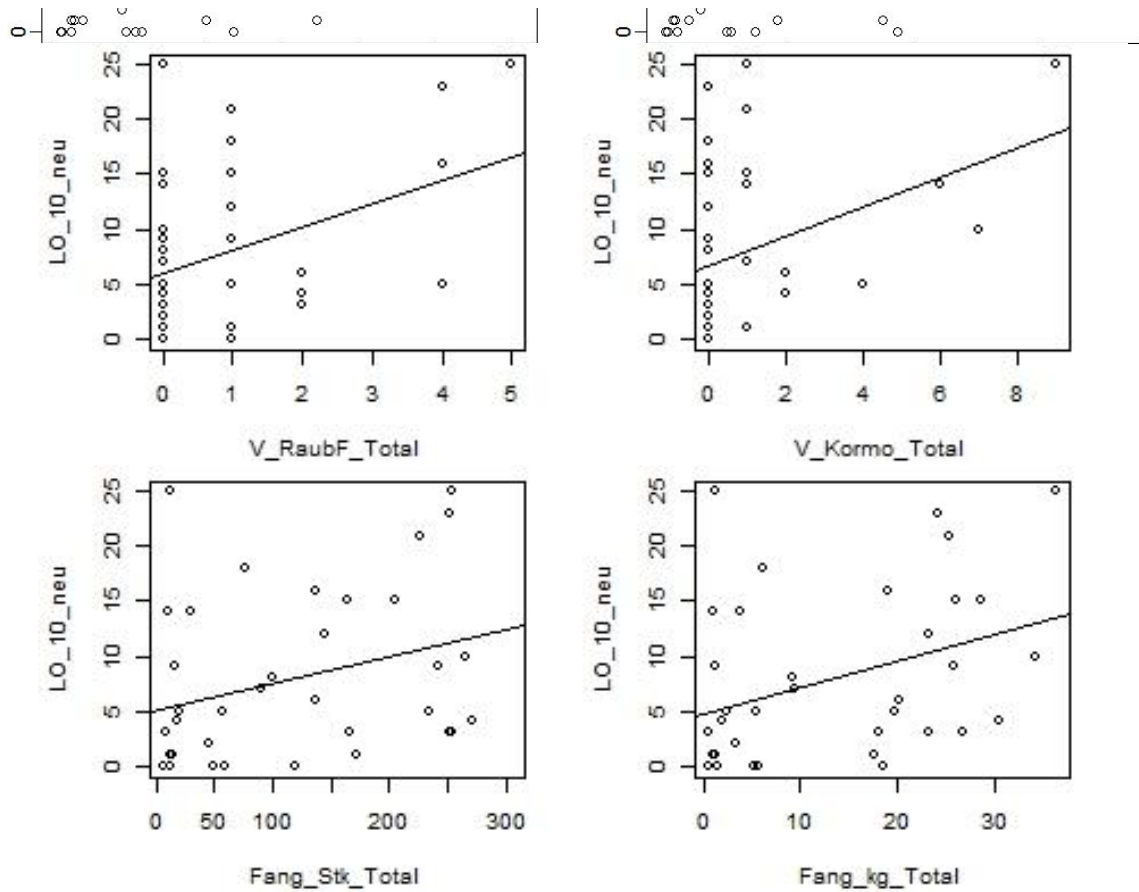


Abb. A2: Anzahl neuer Löcher ab einer Grösse von 10 cm in Abhängigkeit der Anzahl durch Raubfische (oben links), bzw. Kormorane (oben rechts) verletzter Fische sowie des Fangs (Anzahl Fische: unten links; Fang in kg: unten rechts).

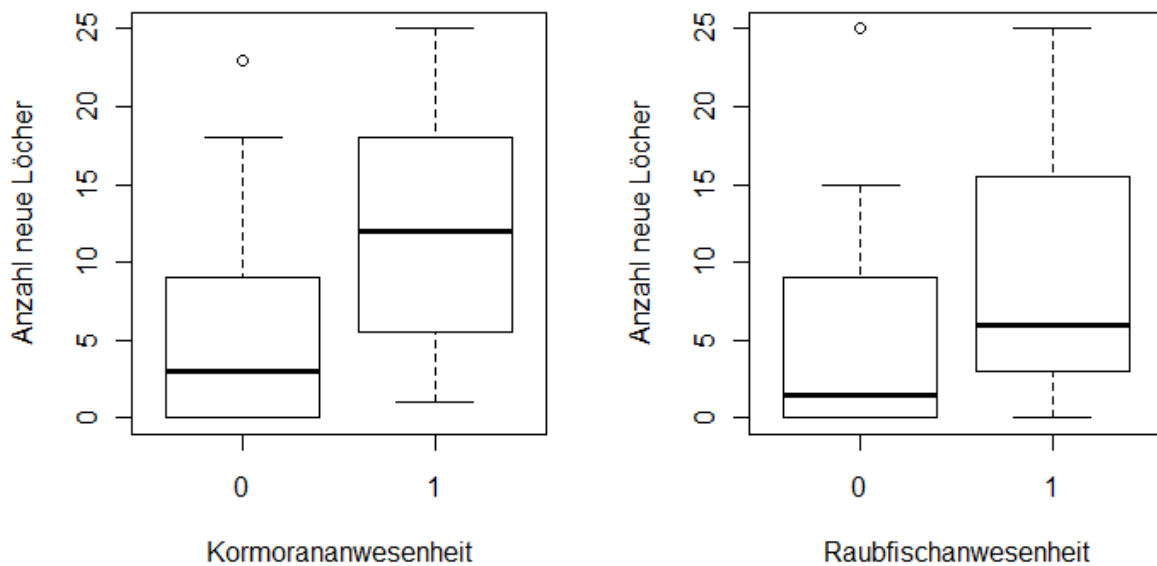


Abb. A3: Anzahl neuer Löcher ab einer Grösse von 10 cm in Abhängigkeit davon, ob Hinweise auf Kormorananwesenheit (durch Kormorane verletzte Fische oder direkte Beobachtungen; links) oder auf die Anwesenheit von Raubfischen (durch Raubfische verletzte Fische oder Raubfische im Netz; rechts) vorlagen.

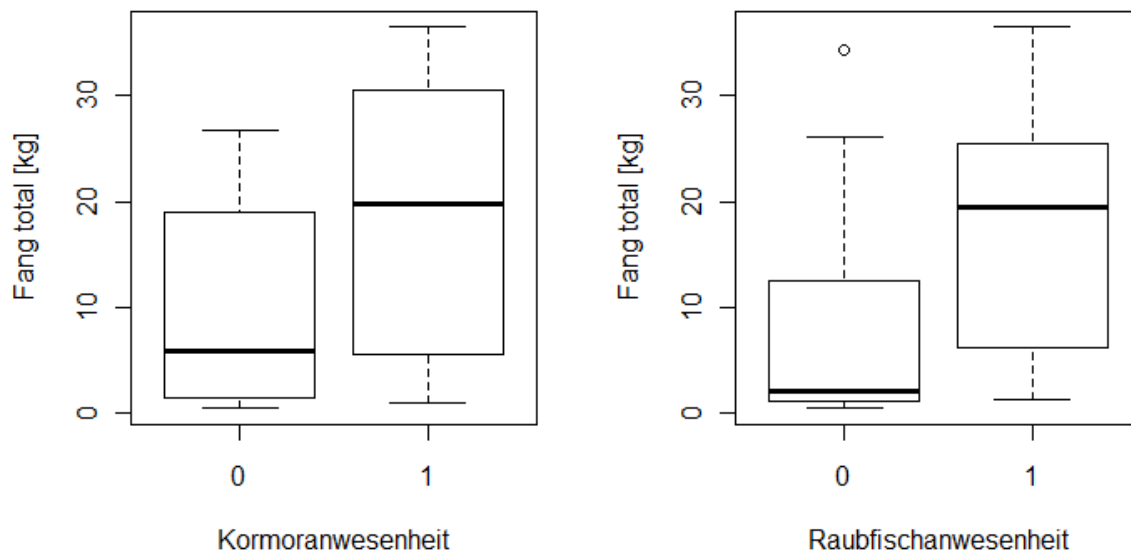


Abb. A4: Gesamtgewicht der gefangenen Fische in Abhängigkeit davon, ob Hinweise auf Kormoranwesenheit (durch Kormorane verletzte Fische oder direkte Beobachtungen; links) oder auf die Anwesenheit von Raubfischen (durch Raubfische verletzte Fische oder Raubfische im Netz; rechts) vorlagen. Diese Grafik lässt schliessen, dass Netzattacken durch Kormorane und Raubfische bevorzugt dann vorkommen, wenn viele Fische im Netz hängen.

Grobe Quantifizierung der kormoran-verursachten Schäden

Vorbemerkung: In diesem Absatz verzichten wir auf eine exakte Fehlerrechnung, weil zusätzliche Unsicherheiten hinzukommen, deren Einfluss wir teilweise nicht quantifizieren können (siehe Diskussion).

Erster Ansatz (Regression):

Über die Steigung der Regressionsgeraden zwischen neu entstandenen Löchern und der Anzahl verletzter Fische (Abb. A2) können wir ermitteln, wie viele Löcher pro verletztem Fisch entstehen. Unter Einbezug der Resultate aus dem Fütterungsexperiment können wir den Einfluss des Kormorans durch Fischentnahme wie folgt abschätzen:

$$EF_{VF} = a/2 * NF = 0.74$$

$$EF_N = EF_{VF} * VF = 0.65$$

Wobei:

EF_{VF} = Mittlere Anzahl auf Grund des Kormorans entgangene Fische pro verletztem Fisch.

EF_N = Mittlere Anzahl durch Kormorane gänzlich entfernte Fische pro Netzeinsatz im Neuenburgersee im Sommerhalbjahr.

$a = 1.38$; Steigung aus der Regression zwischen neu entstehenden Löchern und dem Total der verletzten Fischen; wir interpretieren diese Steigung so, dass pro verletztem Fisch zusätzlich 1.38 grössere Löcher im Netz entstehen, die auf die Entnahme eines Fisches zurückgehen. Wenn wir annehmen, dass die Kormorane etwa gleich viel beitragen wie die Raubfische, dann trägt der Kormoran die Hälfte zu dieser Steigung bei.

$NF = 0.93$; Anzahl Löcher >10 cm, die im Experiment mit im Tierpark gehaltenen Kormoranen pro entnommenem Fisch entstanden sind (Numa Pfenninger-Faktor).

$VF = 0.88$; durchschnittliche Anzahl verletzter Fische pro Netz im Neuenburgersee im Sommerhalbjahr.

Pro verletztem Fisch können wir also mit weniger als einem zusätzlichen Fisch (0.74 gemäss Abschätzung) rechnen, der durch den Kormoran gänzlich aus dem Netz entfernt wurde.

Zweiter Ansatz (Mittelwertvergleich):

Die Anzahl neu entstandener Löcher >10 cm ist höher, wenn am Netz Hinweise auf Kormoranaktivität vorliegen. Der Unterschied dürfte zu einem gewissen Anteil auf den Kormoran zurückgehen. Unter Berücksichtigung einiger Annahmen können wir so eine weitere Schätzung der Anzahl durch Kormorane entnommener Fische vornehmen:

$$EF_{\max_N} = d\text{AnzLöcher} * AL_K / NF = 3.44$$

Wobei:

EF_{max_N} = Anzahl durch Kormorane gänzlich entfernter Fische pro Netzeinsatz im Neuenburgersee im Sommerhalbjahr aufgrund des Mittelwertvergleichs.

dAnzLöcher = 6.4; Differenz der im Mittel neu entstandenen Löcher an Netzen mit und ohne Hinweise auf Kormorananwesenheit.

AL_K = 0.5; Anteil durch Kormorane verursachte Löcher; diese Rate beruht auf der Annahme, dass der Kormoran für maximal die Hälfte der neu entstandenen Löcher verantwortlich ist.

NF = 0.93; Anzahl Löcher >10 cm, die im Experiment mit im Tierpark gehaltenen Kormoranen pro entnommenem Fisch entstanden sind (Numa Pfenninger-Faktor).

Diese Berechnung stellt aus drei Gründen eine Schätzung des maximal möglichen Schadens durch Fischentnahmen dar: (1) Korrelationen deuten darauf hin, dass die nicht einem Verursacher zugeordneten verletzten Fische eher auf Raubfische zurückgehen (Spearman Korrelation $V_{\text{unklar}} - V_{\text{Raubfisch}} = 0.59$; Spearman Korrelation $V_{\text{unklar}} - V_{\text{Kormoran}} = 0.34$). Raubfische dürften also in der aktuellen Situation eher mehr Einfluss haben als Kormorane. (2) Bei Hinweisen auf Kormorananwesenheit am Netz war der Fang höher als bei Netzen ohne Hinweise auf Kormorananwesenheit (siehe Abb. A4). Auch eine hohe Anzahl gefangener Fische trägt zur Entstehung von Löchern bei, ohne dass Kormorane oder Raubfische gefangene Fische aus dem Netz entnehmen.

Diese hier vorgestellte Quantifizierung beruht auf einigen Annahmen und beinhaltet einige Unsicherheiten:

- 1) Die Beziehung zwischen verletzten Fischen und neu entstandenen Löchern könnte dadurch zu Stande kommen, dass Kormorane oder Raubfische bei ihrem Aufenthalt am Netz das Netz durchschwimmen und dadurch zusätzliche Löcher ohne Fischentnahme verursachen.
- 2) Für die Berechnung der Anzahl entnommener Fische verwendeten wir einen Faktor, der aus dem Fütterungsexperiment im Tierpark stammt (pro entnommenem Fisch entstehen 0.93 Löcher einer Breite >10 cm). Ob dieses Verhältnis auch in Seebedingungen gültig ist, liesse sich nur mit einem sehr hohen Aufwand experimentell untersuchen.
- 3) Auch andere fischfressende Vogelarten wie Gänsesäger und Haubentaucher könnten durch Fischentnahme oder Netzdurchschwimm zu den neu entstandenen Löchern beigetragen haben. Fischentnahmen durch den Letztgenannten sind aber eher unwahrscheinlich (vergl. Abschnitt *Zuordnung der verletzten Fische zu einem Verursacher* in Kapitel 4.1.2).

Berechnung Prozentanteil Schaden in Flussbarschnetze:

Um die oben genannten Zahlen auf die Gesamtsituation übertragen zu können, haben wir nach der folgenden Formel den prozentualen Anteil ausgerechnet, welcher der Kormoran durch Verletzen und Entnahmen verursacht:

$$EV_{tot_{min}} = 100/dAnzN * (EF_{min} + VF) = 1.23$$

$$EV_{tot_{max}} = 100/dAnzN * (EF_{max} + VF) = 3.90$$

Wobei:

EV_{tot_{min}} = Minimaler Prozentanteil durch Kormorane gänzlich entfernter Fische oder verletzter Fische im Neuenburgersee im Sommerhalbjahr aufgrund der Mittelwerte unserer Testnetze.

EV_{tot_{max}} = Maximaler Prozentanteil durch Kormorane gänzlich entfernter Fische oder verletzter Fische im Neuenburgersee im Sommerhalbjahr aufgrund der Mittelwerte unserer Testnetze.

dAnzN = 112.36; Mittlere Anzahl der pro Netzeinsatz gefangenen Fische.

EF_{min} = 0.5; Minimale Anzahl durch Kormorane gänzlich entfernter Fische pro Netzeinsatz im Neuenburgersee im Sommerhalbjahr aufgrund des Mittelwertvergleichs.

EF_{max} = 3.5; Maximale Anzahl durch Kormorane gänzlich entfernter Fische pro Netzeinsatz im Neuenburgersee im Sommerhalbjahr aufgrund des Mittelwertvergleichs.

VF = 0.89; Anzahl durch Kormorane verletzte Fische im Neuenburgersee im Sommerhalbjahr aufgrund der Mittelwerte unserer Testnetze 2009/2010.

Fazit aus der statistischen Lochanalyse für die Schadensbeurteilung

Unsere Ergebnisse liefern starke Hinweise darauf, dass verletzte Fische im Netz und damit die Anwesenheit von Kormoranen und Raubfischen am Netz einen Teil der neu entstandenen Löcher erklären. Wo solche Löcher vorkommen, dürften Kormorane und Raubfische gefangene Fische aus dem Netz entfernt haben. Der Anteil durch Kormorane entfernter Fische dürfte unter den aktuellen Bedingungen im Neuenburgersee im Sommerhalbjahr im Bereich zwischen 0.5 und maximal 3.5 Fischen pro Netz liegen, was 0.4-3.1% des Gesamtfangs in unseren Testnetzen entspricht; zählt man noch den mittleren Anteil an verletzten Fischen dazu, so erreicht man eine Schadensrate von 1.2- 3.9% des Gesamtfangs. Bei der monetären Interpretation dieser Zahlen muss zwingend beachtet werden, dass Rotaugen 80% des Fangs und gut 70% der verletzten Fische ausmachten. Diese Fischart hat am Neuenburgersee gegenwärtig kaum Verkaufswert.

In den Experimenten von Pfenninger (2010) im Natur- und Tierpark Goldau brauchten Kormorane im Mittel 4.8 Versuche (min. 1.25, max. 5), um einen Fisch aus dem Netz zu entfernen. Das heisst, dass bei einer massiven Attacke auf Fische in den Netzen im See eine grosse Anzahl verletzter Fische zurückbleiben müsste. Denn in der Seesituation ist es unwahrscheinlich, dass ein Kormoran mehrmals nach dem gleichen Fisch taucht. Im Unterschied zu den mit toten Fischen gefütterten Kormoranen im Tierpark können die wildlebenden, sich von lebenden Fischen ernährenden Artgenossen nicht erwarten, dass sich ein einmal angegriffener Fisch immer noch an derselben Stelle befindet.

Die Experimente in der Zoosituation zeigten zudem, dass Kormorane Löcher im Netz hinterlassen, wenn sie Fische ganz entnehmen (Pfenninger 2010). Bei sehr massiven Attacken durch eine grosse Anzahl Kormorane auf dem See müssten demnach auffällig viele Löcher festzustellen sein.

Wir haben bei unseren Versuchen am Neuenburgersee aber keine der beiden Schadensarten gehäuft oder in erheblichem Masse festgestellt.

Somit liefern unsere Ergebnisse keine Hinweise darauf, dass den Berufsfischern unter den Bedingungen, wie sie während unserer Experimente geherrscht hatten, massive kormoranbedingte Verluste an den Netzen entstehen.

B. Methodenblatt Erhebung Kormoranschäden

Methodik zur Erhebung von Kormoranschäden in der Berufsfischerei



Fachstelle Wildtier- und
Landschaftsmanagement
WILMA
Zürcher Hochschule
für Angewandte
Wissenschaften
ZHAW

Im Auftrag des
Bundesamtes für Umwelt
BAFU
Abteilung Arten,
Ökosysteme,
Landschaften
Sektion Jagd, Fischerei,
Waldbiodiversität
CH-3003 Bern

Wädenswil 2012

1 Einleitung

Seit Anfang dieses Jahrtausends brüten Kormorane in der Schweiz. Die Bestände wachsen seither rasch und die Vögel geraten zunehmend in Konflikt mit der Berufsfischerei. Die intelligenten und opportunistischen Kormorane ernähren sich ausschliesslich von Fischen und haben auch gelernt, diese in den Gerätschaften der Berufsfischer zu erbeuten. Dadurch entstehen Schäden. Bisherige Schadensquantifizierungen basierten auf stark generalisierten Erhebungen oder Befragungen betroffener Personen. Daraus abgeleitete Resultate bilden die Realität aber nur ungenügend ab. Werden solche Angaben zur Basis für Aussagen über Ursachen und Wirkungen, kommt es zu ungesicherten Interpretationen. Bei den Befragungen z.B. sind die Antworten von subjektiven Betrachtungsweisen und Motivationen beeinflusst, was zu Verzerrungen führen kann.

Eine exakte Ansprache der Schäden ist aber nur begrenzt möglich und man kann auch hier Unschärfen nie vollständig ausräumen. Die Gründe dafür sind, dass kaum direkt beobachtet werden kann, wie Schäden entstehen und dass stets eine Vielzahl von Schadfaktoren wirken, insbesondere auf die Netze. Dennoch lohnen sich differenzierte Erhebungen, da sie von allen bisher bekannten Methoden die solidesten Resultate liefern.

Die folgende Anleitung beschränkt sich auf jene Schadaspekte, die entweder direkt gemessen werden können oder deren Grössenordnung aus Messresultaten abzuleiten sind. Die vorgestellte Methode ist als ein Beispiel von „*best practice*“ zu verstehen.

Diese Anleitung soll in erster Linie kantonale Behörden dabei unterstützen, eine einheitliche, möglichst präzise und faktenbasierte Schadenserhebung vorzunehmen. Die vorgestellte Methode ermöglicht es zudem, die Erhebung mit vertretbarem Mehraufwand im Rahmen der normalen Fischereipraxis durchzuführen. Die Ansprache der verletzten Fische hat sich dabei als zentral erwiesen.

Die Ausführungen basieren auf Forschungsarbeiten, welche die Fachstelle Wildtier- und Landschaftsmanagement WILMA der Zürcher Hochschule für Angewandte Wissenschaften ZHAW in Wädenswil 2009-2011 in Zusammenarbeit mit lokalen Berufsfischern am Neuenburgersee durchgeführt hat. Herleitungen der Befunde sowie ausführlichere Erläuterungen finden sich in den Teilberichten, die im Rahmen der Forschungsarbeiten publiziert wurden (Robin & Graf 2008, Robin et al. 2010, Robin et al. 2012, Pfenninger 2010).

2 Definition der Schäden

Kormorane verursachen Schäden, indem sie gefangene Fische verletzen, Fische aus den Fanggeräten erbeuten sowie Netze beschädigen. Die Messgrösse *verletzte Fische* ist dabei die einzige, die direkt erhoben werden kann. Die *Fischentnahmen durch Kormorane* aus den Netzen sind indirekt daraus abzuleiten. Materialschäden kommen nur an Netzen vor. Hier ist der Kormoran ein Einzelfaktor unter vielen. Obwohl der Kormoran einen nachgewiesenen Einfluss auf den Netzverschleiss hat, ist er diesbezüglich aber kein entscheidender Faktor.

Bei den Reusen, die zum Flussbarschfang eingesetzt werden, scheint der Kormoran die Mortalität der gefangenen Fische stressbedingt zu erhöhen. Zudem zerrt er Fische durch das Gitter hindurch. Bleiben Reusen mehrere Tage im Wasser, verderben stressbedingt oder durch Verletzungen zu Tode gekommene Fische.

2.1 Charakterisierung verletzter Fische

2.1.1 Verletzte Fische in Netzen

Für Kormoranangriffe typisch sind Verletzungen direkt hinter dem Kiemenbogen und/oder im Bereich der Augen der Fische. Der hakenförmige Oberschnabel des Kormorans hinterlässt dabei auf einer Fischseite oft eine tiefe Wunde, während der Unterschnabel auf der anderen Seite keine oder nur geringe Spuren hinterlässt. Grosse Fische tragen oft deutlichere und mehr Verletzungszeichen als kleine. Bei den grösseren Fischen liegen die Verletzungen aber oftmals nicht nur im Bereich des Kiemenbogens, sondern ebenfalls oder gar ausschliesslich im Körperbereich.



Abb. 1 a und b: Verletzungen an Fischen. Das Rotauge links wurde von einem Kormoran verletzt. Deutlich ist der tiefe Einschlag des Oberschnabel-Hakens im Bereich des Auges und auf dem Kiemendeckel zu erkennen. Diese Lage der Verletzungen ist besonders bei kleineren Fischen typisch (1a). Bei grösseren Fischen, wie der Felche rechts (1b), liegen die Verletzungen oft ausschliesslich oder zusätzlich im Körperbereich. Auch in solchen Fällen sind die tiefen Wunden nur einseitig (siehe Abb. 2). (Fotos© Michael Vogel)



Abb. 2a und b: Ein wesentliches Erkennungsmerkmal kormoranbedingter Verletzungen ist, dass sich tiefe Verletzungen nur auf einer Fischseite befinden. Abgebildet ist dasselbe Rotauge mit einer Verletzung im Kiemenbereich. 2a (links) zeigt die linke Körperseite mit einigen fehlenden Schuppen, während 2b (rechts) die rechte Körperseite zeigt, wo im Kiemenbereich eine tiefe Schnabelverletzung zu erkennen ist.

Hechte hinterlassen dem gegenüber oft Verletzungen auf beiden Fischseiten. Die zähnebewehrten Ober- und Unterkiefer hinterlassen parallele Verletzungen, wobei oft die Einschläge einzelner Zähne zu erkennen sind. Sie verlaufen in aller Regel quer zum Fisch.



Abb. 3a und b: Die Verletzungsform ist ein weiteres Merkmal zur Unterscheidung von kormoran- und raubfischbedingten Verletzungen: Das Rotauge links (3a) wurde vom Rücken her von einem Hecht gepackt. Die beiden Zahnreihen des Hechtes sind deutlich zu erkennen. Hingegen fehlen Verletzungen im Kiemen- und Augenbereich. Das Rotauge rechts (3b) wurde von einem Wels von der Bauchseite her gepackt. Deutlich ist der Umriss des mit feinen Bürstenzähnen besetzten Unterkiefers zu erkennen (zwischen den beiden roten Linien). Der Wels hinterlässt – im Unterschied zu Kormoran und Hecht – keine tiefen Verletzungen.

Welse hinterlassen oberflächliche Verletzungen, meist auf einer Fischseite. Oft fehlen dem angegriffenen Fisch nur Schuppen, manchmal ist dadurch der Umriss des mit feinen Bürstenzähnen besetzten Unterkiefers zu erkennen. Die Haut weist höchstens einseitig sehr feine Verletzungen auf. Diese Verletzungen haben oft eine dreieckige Form (Triangel).

2.1.2 Verletzte Fische in Reusen

In den Reusen sind die durch Kormorane attackierten Fische oft geköpft und stecken bis zum Ansatz der Rückenflosse im Maschendraht fest. Da dies die breiteste Körperstelle ist, können sie nicht weiter herausgezogen werden und der Kopf wird abgerissen. Die Zählung so verletzter Fische ist die Grundlage für eine Schadensbeurteilung an Reusen.



Abb. 4: Typische Situation, nachdem ein Kormoran eine Flussbarschreuse aufgesucht hat: Der Flussbarsch wurde hinter den Kiemendeckeln gepackt, konnte aber nur bis zum Ansatz der Rückenflosse durch die Maschen gezogen werden. Danach wird der Widerstand zu gross und der Kopf reisst ab. Kleinere Fische werden vermutlich vollständig herausgezogen.

2.2 Fischentnahmen

Wenn Kormorane Netze aufsuchen, hinterlassen sie manchmal verletzte Fische, aber nicht immer. Aufgrund unserer Ergebnisse werden pro verletzten Fisch in einem Netz im Mittel zusätzlich 0.74 Fische vollständig aus dem Netz entfernt.

Das totale kormoranbedingte Schadensausmass durch verletzte Fische und Fischentnahmen aus Netzen kann aufgrund der Anzahl verletzter Fische wie folgt geschätzt werden:

$$1.74 * \text{Anzahl verletzte Fische}$$

Um bei der Erhebung der Schäden Rundungsfehler zu vermeiden, empfehlen wir Rundungen zum Erhebungsende vorzunehmen.

Bei den Reusen hinterlassen Fischentnahmen keine unmittelbaren Spuren. Nur das Zurückbleiben geköpfter Fische (siehe oben) ist ein Hinweis dafür, dass Kormorane an der Reuse präsent waren. Da die Tagesfänge stark schwanken, fehlen Vergleichswerte. Deshalb lassen sich die Entnahmen nicht genauer quantifizieren. Folglich kann der Schaden an einer Reuse nur mit *betroffen* oder *nicht betroffen* spezifiziert werden. Die Relation betroffener Reusen im Verhältnis zur Gesamtanzahl eingesetzter Reusen lässt dennoch eine Aussage über die relative Entwicklung des Schadensausmasses zu.

2.3 Löcher im Netz

Löcher im Netz können nicht direkt einem Verursacher zugeordnet werden, zumal die Ursachen dafür sehr vielfältig sind und es keine verursacherspezifischen Erkennungsmerkmale gibt. Die Erhebung der Löcher ist zudem extrem zeitaufwändig und kann nicht im Rahmen des Fischereialltags geschehen. Das Zählen der Löcher ist deshalb in der Berufspraxis eine ungeeignete Messgrösse für die Bewertung von Kormoranschäden.

3 Rahmenbedingungen und Planung der Erhebung

3.1 Wahl des Zeitpunktes und Erhebungsdauer

Obwohl Kormorane bei uns das ganze Jahr anzutreffen sind, sind saisonal nicht immer dieselben Individuen anwesend. Man kann grob zwischen *Wintergästen* und *Brutvögeln* unterscheiden. Deshalb müssen die Schäden, welche von *Brutvögeln* und *Wintergästen* verursacht werden, zeitlich gesondert erhoben werden. Aufgrund des Migrationsverhaltens lassen sich folgende Zeitfenster für die beiden Gruppen festlegen:

Brutvögel: März bis August

Wintergäste: November bis Februar

Besonders geeignet zur Schadenserhebung bezüglich Wintergäste ist der Laichfischfang der kieslaichenden Felchenarten im Dezember. Während dieser Zeit liegen nur wenige andere Schadfaktoren vor. Es werden einheitliche Fangmethoden eingesetzt, und die Fische werden zur Laichgewinnung genau betrachtet. Diese Umstände erleichtern das Erkennen und Auswerten der Schäden. Zudem erleichtert die übliche enge Zusammenarbeit zwischen Fischereibehörden und Berufsfischern während des Laichfischfangs die Logistik.

Kormoranschäden treten bisher nur sporadisch und in stark schwankender Intensität auf. Ein zu kurzer Erhebungszeitraum birgt deshalb das Risiko, dass eine Zeit mit besonders grossem bzw. besonders tiefem Schadensausmass erfasst wird. Werden solche Stichproben anschliessend auf ein ganzes Jahr hochgerechnet, so verstärkt sich der Messfehler noch zusätzlich. Aus diesem Grund muss eine Erhebung über mindestens 2 Wochen laufen, und pro Tag sollten mindestens 20 Netze im Einsatz sein.

3.2 Wahl der Netztypen und Fangplätze

Kormorane suchen besonders Netze auf, die in geringer Tiefe gesetzt sind. Grundsätzlich gilt die Regel „*je weniger tief desto exponierter*“. Ab einer Tiefe von 25 Metern sind Schäden sehr selten. Damit bei einer Erhebung aber ein Ergebnis erzielt wird, das im Verhältnis zu den tatsächlich eingesetzten Netztypen steht, müssen alle Netztypen gleichermassen berücksichtigt werden. Denn die Beschränkung auf einen einzelnen Netztyp erlaubt keine Aussagen zur Gesamtschadenssituation.

Die Fangplätze sind gemäss der üblichen Fischereipraxis zu wählen. Es ist dabei darauf zu achten, dass sie auf den gesamten See verteilt sind. So können bei der Auswertung allfällige Unterschiede im Schadensausmass einzelner Seeregionen identifiziert werden.

4 Protokollierung, Auswertung, Interpretation der Resultate

Für eine saubere Datenauswertung ist es wichtig, dass bestimmte Mindestanforderungen an das Protokoll erfüllt werden. Um dafür günstige Bedingungen zu schaffen, ist eine klare Aufgabenteilung zwischen beteiligten Personen bzw. zwischen Berufsfischern und Behörden erforderlich.

4.1 Erhebung und Protokollierung

Die Erhebung und Aufbewahrung verletzter Fische ist mit geringem Aufwand verbunden und kann von den Berufsfischern nebenbei erledigt werden. Dabei sollen nebst den Fischen mindestens die folgenden Parameter erhoben werden:

- **Datum des Fangtages**
- **Gesamtfang aller Fischarten**
- **Anzahl eingesetzter Fanggeräte je Fangplatz**
- **Fangplatz** (gängige Ortsbezeichnung reicht, GPS fakultativ)

Es empfiehlt sich, den Fischern vorgedruckte Protokollblätter abzugeben, auf welchen die erforderlichen Parameter eingetragen werden können.

Die Zuordnung zu einem Verursacher erfordert ein sorgfältiges Vorgehen und sollte daher von einer geschulten und möglichst neutralen Person (z.B. Fischereiaufseher) vorgenommen werden. Dabei sollen im Mindesten folgende Parameter protokolliert werden:

- **Fischart**
- **Gewicht**
- **Verursacher** (*Kormoran, Raubfisch* oder *unbekannt* bei nicht eindeutigen Verletzungen)

Diese Daten werden sinnvollerweise direkt elektronisch in der Form eines vorgefertigten Excel-Datenblatts erfasst. So kann der Aufwand für die spätere Datenauswertung reduziert werden.

4.2 Datenauswertung und Interpretation

Die Darstellung des Schadensausmasses erfolgt am besten als Prozentanteil in Relation zum erhobenen Gesamtfang. Anhand der Fischereistatistik kann anschliessend auf den Gesamtschaden an einem Gewässer geschlossen werden. Der relative Wert erlaubt auch Vergleiche zwischen unterschiedlich grossen bzw. ertragreichen Gewässern sowie zwischen unterschiedlich grossen Stichproben. Es ist wichtig, dass bei einer Bezifferung von Schäden im monetären Sinne nur Fischarten berücksichtigt werden, welche auch tatsächlich verkäuflich sind. Der Prozentwert an verletzten Fischen muss gemäss ihrem Anteil am Fang auf die einzelnen Fischarten aufgeteilt werden. Da Kormorane nicht selektiv fressen, entspricht die Zusammensetzung der verletzten Fische in etwa jener des Fangs.

Kormoranschäden treten sporadisch auf und sind keinesfalls ein gleichmässiges Phänomen. Um die Resultate in einen weiteren Zusammenhang stellen und auch deren Entwicklung über die Zeit beurteilen zu können, ist es angebracht, dass die Fischereisituation am untersuchten Gewässer parallel zu den Kormoranschäden grob dargestellt wird. Dabei sollte im Mindesten die Entwicklung der Fänge (Fangstatistik) aufgezeigt und daraus abgeleitet bewertet werden, ob das betrachtete Jahr in Bezug auf den Fangertrag normal, unter- oder überdurchschnittlich war. Es ist auch sinnvoll, anhand der Fangzusammensetzung in den

Testnetzen zu prüfen, ob die artspezifischen Angaben in der Fischereistatistik plausibel sind. Diese Verifikation ist besonders dann wichtig, wenn Umrechnungen auf monetäre Schadenssummen geplant sind.

5 Weiterführende Literatur

Pfenninger N. 2010. Experimente über den Zusammenhang von Kormoranen und Schäden an Fischnetzen. Bachelorthesis, IUNR / ZHAW, Wädenswil. 39 pp.

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; Typoskript; 33 pp.

Robin K., Vogel 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, Abteilung Artenmanagement, Bundesamt für Umwelt BAFU. © BAFU & ZHAW; Typoskript; 64 pp & Anhang.

Robin K., Vogel M., Graf R.F. & Perron M. 2012. Kormoranschäden an Fischernetzen und Reusen. Ausmass und Prävention am Neuenburgersee. Bericht zur Analyse der Fachstelle Wildtier- und Landschaftsmanagement WILMA der Zürcher Hochschule für Angewandte Wissenschaften ZHAW. Im Auftrag des Bundesamts für Umwelt, Abteilung Arten, Ökosysteme, Landschaften, Sektion Jagd, Fischerei, Waldbiodiversität. CH-3003 Bern; © BAFU & ZHAW; Typoskript; 42 pp. & Anhang.

Rutschke E. 1998. Der Kormoran: Biologie, Ökologie, Schadabwehr. 4. Auflage. Parey Buchverlag im Blackwell Wissenschafts-Verlag. Berlin.

Impressum

Vogel M., Graf R.F. & Robin K. 2012. Methodik zur Erhebung von Kormoranschäden in der Berufsfischerei. Bericht der Fachstelle Wildtier- und Landschaftsmanagement WILMA der Zürcher Hochschule für Angewandte Wissenschaften ZHAW für das Bundesamt für Umwelt BAFU, Abteilung Arten, Ökosysteme, Landschaften, Sektion Jagd, Fischerei, Waldbiodiversität. CH-3003 Bern; © BAFU & ZHAW; Typoskript; 8 pp.

Titelfoto Kormoran © Klaus Robin

Titelfoto Rottfeder und alle übrigen Fotos © Michael Vogel

Wädenswil, März 2012