



Entwicklung der Höckerschwanpopulation am Flachsee Unterlunkhofen, AG

Populationsmodelle

Eine Maturaarbeit von Vera Stalder, G4E, KSBA,
betreut durch H. R. Schneebeili

Nussbaumen, November 2009

Abstract

Wasservogelfütterungen rund um den im aargauischen Reusstal gelegenen Flachsee Unterlunkhofen haben zu einer örtlich begrenzten Überpopulation von Höckerschwänen geführt. Die Schwäne richten nun in an diesen Reussabschnitt grenzenden landwirtschaftlichen Kulturen Schäden an. Es werden im Folgenden Lösungsansätze zur Behebung dieses Problems anhand von Simulationen mittels Leslie-Modellen behandelt.

Danksagung

An dieser Stelle möchte ich ganz herzlich Christof Vogel, Biologe und Mitarbeiter der schweizerischen Vogelwarte Sempach, Dr. Dominik Thiel, Biologe und Mitarbeiter des kantonalen Departements Bau, Verkehr und Umwelt (BVU), Hugo Abt, Landwirt aus Rotenschwil, Joseph Fischer, Biologe und Geschäftsführer der Stiftung Reusstal und Roland Koch, Reservatsvorsteher des Naturschutzgebietes um den Flachsee für die interessanten Gespräche danken. Sie haben mir viele wertvolle Informationen zur Höckerschwanproblematik und damit eine wichtige Grundlage meiner Arbeit geliefert. Beim Lesen dieses Berichtes werden Sie auf zahlreiche Zitate der oben genannten Personen stossen.

Natürlich gilt mein besonderer Dank Hans Rudolf Schneeбели, auf dessen umfassende und hilfreiche Unterstützung ich während meiner Arbeit immer zählen konnte.

Inhaltsverzeichnis

1	Einleitung	4
2	Ausgangslage	5
2.1	Einleitung	5
2.2	Bestand und Verbreitung weltweit	5
2.3	Bestand und Verbreitung in der Schweiz	5
2.4	Situation im Reusstal	6
2.4.1	Wasser- und Zugvogelreservat beim Flachsee Unterlunkhofen	6
2.4.2	Entwicklung des Höckerschwanbestandes am Flachsee.....	9
2.4.3	Konfliktsituation Höckerschwan – Mensch	10
3	Material und Methoden.....	12
3.1	Einleitung	12
3.2	Das Eine-Region-Modell	12
3.2.1	Wie sieht das Modell aus?.....	12
3.2.2	Wie sollen die Parameter für dieses Modell gewählt werden?.....	14
3.2.2.1	Szenario I	15
3.2.2.2	Szenario II	17
3.2.3	Sensitivitätsstudie	20
3.3	Das Zwei-Regionen-Modell.....	28
3.3.1	Erläuterung	28
3.3.2	Wahl der ‚Ausgangsparameter‘ für das Zwei-Regionen-Modell.....	29
4	Simulation und Interpretation.....	31
4.1	Einleitung	31
4.2	Massnahmen zur Bestandesregulierung	31
4.2.1	Bestandesregulierung durch Anstechen/Ersetzen der Eier	32
4.2.2	Bestandesregulierung durch Abschüsse	34
4.2.3	Schwäne bekommen im Flugjahr keine Jungen.....	36
4.2.4	Bestandesregulierende Massnahmen in einer von zwei Regionen	38
4.3	Diskussion der Resultate I	43
4.4	Einstellung der Fütterungen	44
4.5	Diskussion der Resultate II	47
4.6	Empfehlungen.....	47
5	Massnahmenplan des BVU und die Situation am Flachsee im Herbst 2009 ...	49
5.1	Einleitung	49
5.2	Interview mit Dr. Dominik Thiel, Biologe und Mitarbeiter des BVU	50
5.3	Interview mit Roland Koch, Reservatsaufseher des Schutzgebietes am Flachsee	55
5.4	Interview mit Hugo Abt, Landwirt in Rottenschwil	57
6	Literatur	60
6.1	Fussnoten	60
6.2	Bücher	60

6.3	Quellen und Texte aus dem Internet	61
6.4	Bestätigung.....	61

1 Einleitung

Während meiner Maturaarbeit habe ich mich mit der Untersuchung der Entwicklung des Höckerschwanbestandes in der Umgebung des Flachsees Unterlunkhofen anhand von Populationsmodellen befasst.

Durch den Menschen veränderte Lebensbedingungen führen dazu, dass sich Wildtierpopulationen in einer an und für sich unnatürlichen Weise entwickeln. So geschehen am Flachsee: Infolge von Fütterung ist der Höckerschwanbestand in den letzten Jahren stark angestiegen. Neben einer erhöhten Seuchengefahr und einem „Hickhack“ unter den Wasservögeln wurden besonders die von den Schwänen durch Abfrass und Verkotung verursachten Schäden in angrenzenden landwirtschaftlichen Kulturen zu einem Problem. Detailliertere Informationen bezüglich der Situation am Flachsee sind im Kapitel 2 zu finden.

Der Grundgedanke meiner Arbeit ist es, verschiedene Ideen zur Behebung dieser Probleme mathematisch zu untersuchen. Die dazu von mir gewählte Methode ist die Aufstellung von Populationsmodellen mithilfe von Leslie-Matrizen. Diese erlauben Aussagen über die langfristige Entwicklung einer Population und deren Altersstruktur und machen es somit möglich, Vorhersagen über die Auswirkungen bestimmter Eingriffe wie z.B. dem Abschuss von Individuen zu treffen, ohne dass ein einziges Tier verletzt werden muss. Die durch die Arbeit mit den Modellen erlangten Erkenntnisse können also als Entscheidungsgrundlage für die anzuwendenden Massnahmen zur Regulierung des Höckerschwanbestandes dienen.

Die verwendeten Populationsmodelle werden ausführlich in Kapitel 3 beschrieben. Darauf folgend werden in Kapitel 4 die Simulationen erläutert, die Resultate diskutiert und auf dieser Basis Empfehlungen abgegeben.

Das Department Bau, Verkehr und Umwelt hat Anfang dieses Jahres einen Massnahmenplan zum Wasservogelmanagement am Flachsee veröffentlicht. Über diesen Plan und die Situation am Flachsee im Herbst 2009 berichten Dominik Thiel, Roland Koch und Hugo Abt in drei Interviews. Diese sind in Kapitel 5 zu finden.

Beim Lesen der folgenden Seiten wünsche ich Ihnen viel Vergnügen!

2 Ausgangslage

2.1 Einleitung

Wie viele Höckerschwäne gibt es weltweit? Und in der Schweiz? Wächst der Höckerschwanbestand in unserem Land weiter an? Die Antworten auf diese und weitere Fragen finden Sie in den Kapiteln 2.2 und 2.3. Sie tragen als Hintergrundinformationen zu einem besseren Verständnis des Berichts bei.

Wie gesagt ist es das Ziel meiner Arbeit, verschiedene Ideen zur Behebung des Höckerschwanproblems im Reusstal, genauer am Flachsee Unterlunkhofen, mathematisch zu untersuchen. Dazu ist es natürlich essentiell, das Gebiet, die Bestandesentwicklung der Höckerschwanpopulation innerhalb von diesem und die Konfliktsituation genau zu kennen. Die wichtigsten Auskünfte hierzu sind im Kapitel 2.4 zusammengefasst.

2.2 Bestand und Verbreitung weltweit

Die IUCN (International Union for Conservation of Nature) schätzt den weltweiten Bestand des Höckerschwans auf 600'000 bis 620'000 Tiere, von welchen ca. 250'000 auf dem europäischen Festland leben.

Das ursprüngliche Brutgebiet des Höckerschwans beschränkte sich auf dem europäischen Festland auf das nördliche Mitteleuropa, Skandinavien, die baltischen Staaten und den Bereich des Schwarzen Meeres, ausserhalb von Europa war er von Kleinasien bis Nordchina anzutreffen.

Das Ausbreitungsgebiet des Höckerschwans begann sich im 16. und 17. Jahrhundert stark zu erweitern; als man damit anfang, den majestätisch anmutenden Vogel auf zahlreichen Schloss- und Landgutweihern Europas (später auch Nordamerikas) auszusetzen. Von diesen Zierweihern aus breitete er sich schliesslich auf Seen, langsam fließende Flüsse und seichte Meeresbuchten im ganzen mitteleuropäischen Raum aus. Die bei uns lebenden Tiere sind also durchgehend verwilderte Nachkommen eingeführter Parkschwäne. ^{[1][2]}

2.3 Bestand und Verbreitung in der Schweiz

Auch in der Schweiz gab es seit 1690 solche ‚Einbürgerungsversuche‘, vor allem in der Mitte des 19. Jahrhunderts wurden etliche Tiere auf Weihern und Seen ausgesetzt. In der Zeit nach dem zweiten Weltkrieg stieg der Höckerschwanbestand rasch an und mittlerweile bevölkert er hierzulande alle ihm einen geeigneten Lebensraum bietenden Gewässer. Seit 15 Jahren findet kein weiteres Anwachsen der einheimischen Schwanpopulation mehr statt, die Anzahl der in der Schweiz lebenden Tiere hat sich bei 450 - 600 Brutpaaren eingependelt.

In der folgenden Abbildung ist die schweizweite Verbreitung des Höckerschwans im Jahre 1996 ersichtlich. ^{[1][3]}



[3]

Abb. 2.1 Verbreitung des Höckerschwans im Jahre 1996

2.4 Situation im Reusstal

2.4.1 Wasser- und Zugvogelreservat beim Flachsee Unterlunkhofen

In den Jahren 1971 bis 1975 wurde das Flusskraftwerk Bremgarten-Zufikon gebaut und im Zuge dessen ein Teilstück der Reuss, nämlich der Flussabschnitt vom Kraftwerk bis zur Werdrücke, gestaut. Durch den neu entstandenen Stausee, zu welchem auch der Flachsee Unterlunkhofen gehört, wurden günstige Lebensumstände für zahlreiche Wasservogelarten geschaffen.

Dieser Reussabschnitt zeichnete sich nämlich fortan durch eine geringe Tiefe und eine langsame Fliessgeschwindigkeit aus. Ausserdem entstanden in dem breiten und seichten Gewässer viele dem Menschen relativ schwer zugängliche Orte, wie beispielsweise die im Flachsee liegenden Inseln – ideale Bedingungen für eine Grosszahl von Wasservogelarten. Sie fanden in dem Gebiet Nahrung und Schutz und bevölkerten es schon bald in einer grossen Vielfalt, sodass die Region um den Flachsee 1983 zu einem kantonalen Schutzgebiet erklärt wurde.

Im Jahre 2001 wurde sie dann sogar in den Status eines Wasser- und Zugvogelreservats von nationaler Bedeutung erhoben und damit unter Bundesschutz gestellt.



Abb. 2.2 Die im Flachsee gelegenen Inseln bieten den Wasservögeln Rückzugsmöglichkeiten.

Wenn ich fortan vom Flachseegebiet spreche, meine ich nicht nur den eigentlichen Flachsee, der vom Geisshof auf der einen und von der Rottenschwiler Brücke auf der anderen Seite begrenzt wird, sondern den ganzen Stausee, der sich vom Stauwehr in Bremgarten bis zur Werdrücke zwischen Oberlunkhofen und Rottenschwil erstreckt. Denn dieser bildet die Grenzen des Gebietes, innerhalb von welchem sich die von uns betrachtete Höckerschwanpopulation bewegt. Die Schwäne nächtigen alle am Flachsee, sind jedoch am Tag zuweilen auch ein Stück ober- oder unterhalb von diesem anzutreffen. Stets bleiben sie in der Region der gestauten Reuss, da diese auch ihnen optimale Lebensbedingungen bietet.

Doch natürlich ist das Gebiet offen, es gibt Vögel die zu- und solche die abwandern.

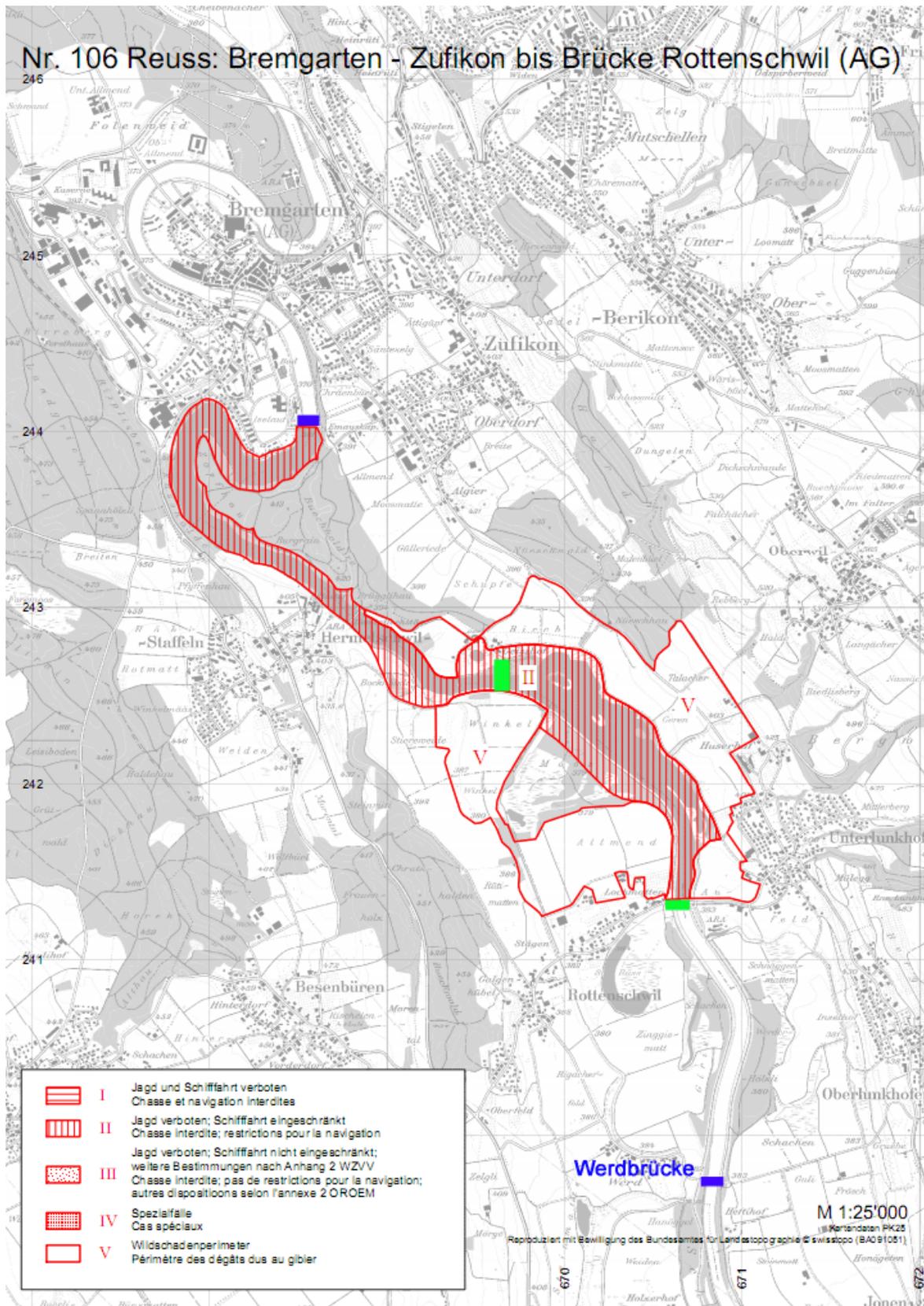


Abb. 2.3 Das Flachseegebiet. **Rot:** Das Wasser- und Zugvogelreservat. **Grün begrenzt:** Der eigentliche Flachsee. **Blau begrenzt:** Der gesamte Stausee. Im August 2001 wurde der Reussabschnitt zwischen Bremgarten und der Brücke Rottenschwil unter der Gebietsnummer 106 in das Bundesinventar aufgenommen. [4]

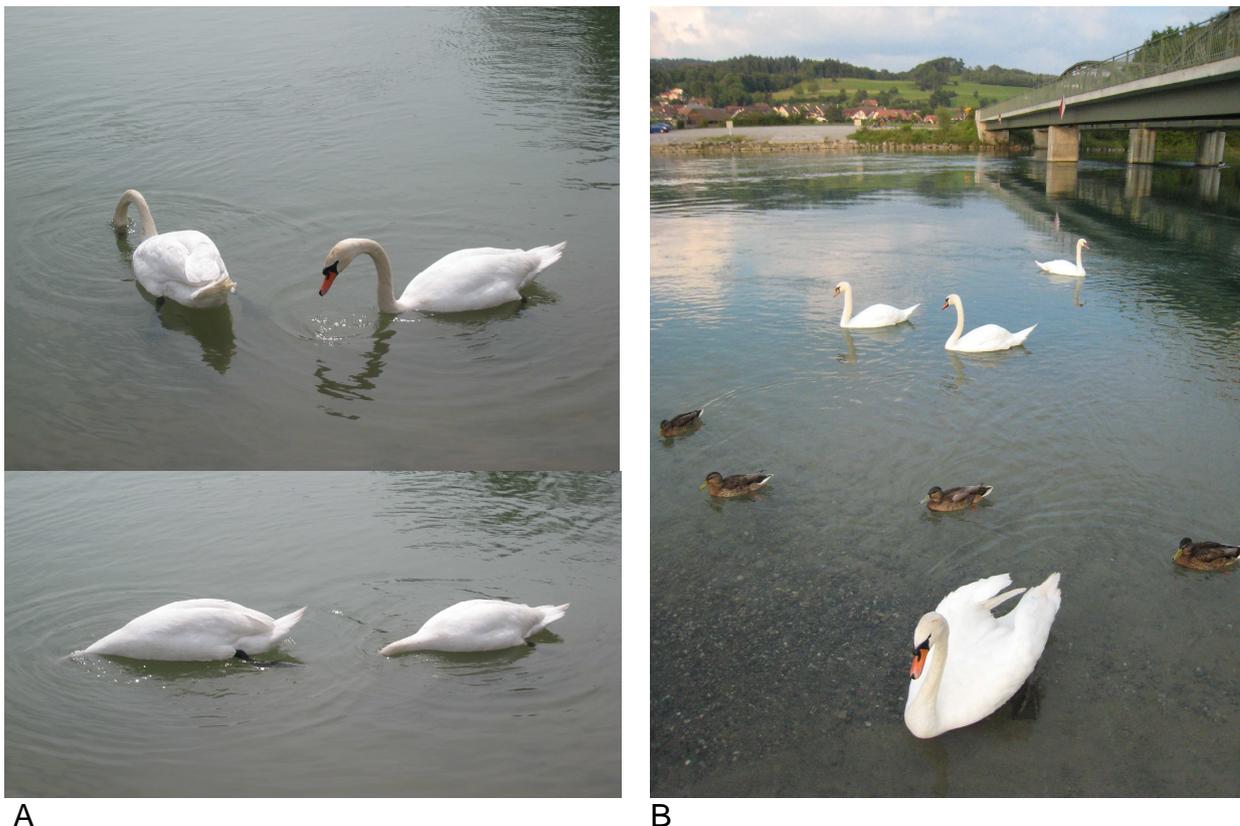


Abb. 2.4 Höckerschwäne am Flachsee: (A) Der Höckerschwan findet seine Nahrung in seichten Gewässern, beim ‚Gründeln‘ erreicht er mit seinem langen Hals Tiefen von 70 - 90 cm. ^[2] (B) Wasservögel bei der Rottenschwiler Brücke

2.4.2 Entwicklung des Höckerschwanbestandes am Flachsee

Als eines der bedeutendsten und schönsten Naturschutzgebiete des Aargaus ist die Flachseeegend nicht nur als Lebensraum für Vögel, sondern auch als Erholungsraum für den Menschen äusserst attraktiv.

Leider belassen es viele Spaziergänger nicht beim Geniessen der zauberhaften Wasserlandschaft, sondern nehmen auch Einfluss auf diese, indem sie Vögel füttern. Josef Fischer, Geschäftsführer der Stiftung Reusstal, erzählt: „Schon unzählige Male konnte ich Leute beobachten, die vor allem an Wochenenden ganze Kofferraumladungen voller Brot an den Flachsee karrten und dieses dann am Ufer liegen liessen oder ins Wasser kippten. Einige tun dies wohl aus dem simplen Grund, ihr Altbrot zu entsorgen, andere, weil sie es als ihre Mission ansehen, die ‚armen‘ Tiere zu füttern.“ Das bleibt natürlich nicht ohne Folgen. Der Höckerschwan kann als grösste und kräftigste Wasservogelart einen guten Teil des Futters für sich ergattern.

Schliesslich führte die in Unmengen vorhandene Nahrung, verbunden mit dem umfassenden Schutz innerhalb des Wasser- und Zugvogelreservats und dem fast vollständigen Fehlen von Fressfeinden zu einem starken Anwachsen des Reusstaler Höckerschwanbestandes in den letzten zwanzig Jahren.

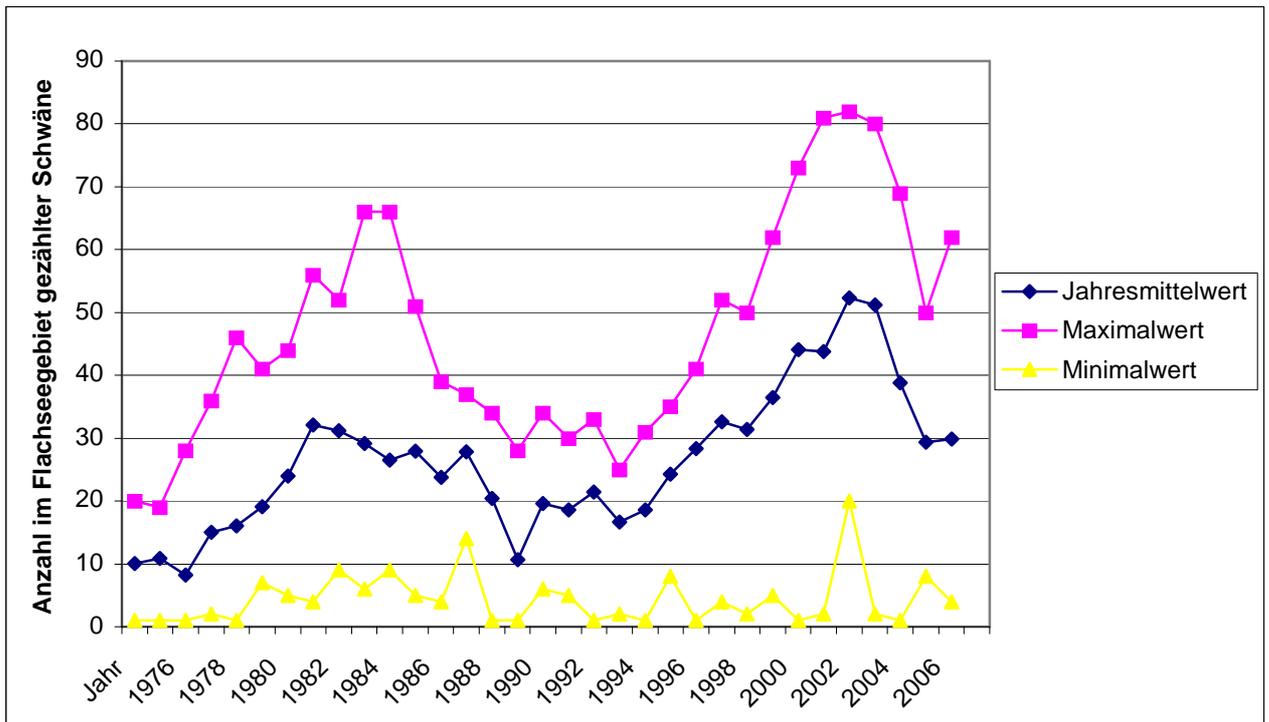


Abb. 2.5 Entwicklung der Höckerschwanpopulation seit dem Entstehen des Stausees (Datenquelle: Ornithologische Arbeitsgruppe Reusstal)

2.4.3 Konfliktsituation Höckerschwan – Mensch

Hugo Abt, der einen landwirtschaftlichen Betrieb in der an den Flachsee grenzenden Gemeinde Rottenschwil führt, erzählt: „Die Probleme mit den Höckerschwänen begannen im Jahre 1996. Es war ein relativ nasses Jahr und die Vogelgrippe grassierte, was dazu führte, dass die Leute am Flachsee weniger oft fütterten. Ergo haben sich die Schwäne neue Nahrungsquellen erschlossen. Einige von ihnen bevölkerten von Ende Winter bis Mitte Frühling unsere landwirtschaftlich genutzten Felder. Dies waren jedoch nur ein paar wenige Individuen, die sich, sobald es wärmer wurde und die Unterwasservegetation aufblühte, wieder zurückzogen.

Doch von da an wurden die Probleme von Jahr zu Jahr schlimmer; zuerst blieben die Schwäne länger – bis in den Sommer hinein – und kamen darauf auch schon wieder im Herbst zurück. Bis wir schliesslich über das ganze Jahr hinweg bis zu 40 Schwäne auf unserem Land hatten.

Das Problem dabei ist nicht das Gras, welches sie fressen, sondern der Dreck, den sie verursachen. Würden meine Kühe auf dem Feld weiden, könnten sie dem Kot wohl ausweichen. Doch mäht und konserviert man das Gras, so ist nachher alles verdreckt und die Kühe können den Kot nicht mehr vom sauberen Gras trennen. Wenn sie das Gras trotzdem fressen – und das tun sie –, so bekommen sie Verdauungsstörungen und werden krank.

Oft konnten wir deshalb das Gras ganzer Parzellen nicht mehr verwenden, das waren nicht unerhebliche Verluste.

Und dafür bekamen wir nie eine Entschädigung vom Staat, lange wurde das Problem bagatellisiert: Es hiess von allen Seiten, man solle wegen ein paar Schwänen nicht so ein Theater veranstalten.“



Abb. 2.6 Höckerschwäne beim Grasens in Ufernähe des Flachsees

Schliesslich wurden doch Massnahmen eingeleitet. Im Frühjahr 2008 wurden sechs Schwäne auf Anordnung des Kantons erlegt. Die Abschüsse der Tiere fanden dabei auf landwirtschaftlichen Kulturen ausserhalb des Schutzgebietes statt und waren im Sinne einer Vergrämungsaktion konzipiert.

Diese Aktion löste Wellen der Empörung in der Bevölkerung aus. Joseph Fischer hat die Situation miterlebt: „Viele Leute sehen den eleganten weissen Höckerschwan als ein fast schon heiliges Tier an. Entsprechend gingen die Emotionen im Frühjahr 2008 hoch. Unter anderem wurden von militanten Tierschützern Standaktionen organisiert, bei welchen Ausrufe wie ‚Mörder‘ fielen. Dies hat dann natürlich wiederum die Bauern provoziert. Es wird immer mühsam, wenn zu viele Emotionen im Spiel sind und der Verstand ausgeschaltet wird. Doch gerade wenn ein Fall dermassen viele Emotionen schürt, ist es wichtig, mit allen Interessenvertretern zu sprechen und langfristige Lösungen zu suchen, hinter welchen alle stehen können.“

Dieser Strategie ist die zuständige Behörde im Kanton Aargau, das Departement Bau, Verkehr und Umwelt, Sektion Jagd und Fischerei, gefolgt und hat auf Anfang dieses Jahres hin einen Massnahmenplan zum Umgang mit dem Höckerschwan verfasst. Von diesem wird noch später, nämlich im letzten Kapitel, die Rede sein.

Ich meinerseits werde in den folgenden Kapiteln eigene Lösungsansätze betreffs der gegebenen Konfliktsituation untersuchen.

3 Material und Methoden

3.1 Einleitung

Ich arbeite mit Leslie-Matrizen. Um meine Arbeit zu verstehen, ist ein Grundwissen über diese von Vorteil. Erläuterungen solcher Modelle sind beispielsweise in „Caswell: Matrix Population Models (2001)“ zu finden.

Ich habe zwei verschiedene Modelle aufgestellt; ein einfacheres, durch welches sich das Wachstum einer Population in einem geschlossenen System simulieren lässt und ein etwas komplexeres, in welchem zusätzlich die Wanderung der Tiere zwischen zwei Regionen berücksichtigt wird. Beide sollen in diesem Kapitel vorgestellt werden.

Bei den Modellbildungsprozessen und den anschliessenden Simulationen bin ich von zwei Arbeitsmitteln ausgegangen; in einer ersten Phase habe ich den TI-89 Titanium Voyage™ 200 – Grafikrechner von Texas Instruments und später das Softwarepaket Wolfram Mathematica 7 verwendet. Die Grafiken wurden im Microsoft Excel erstellt.

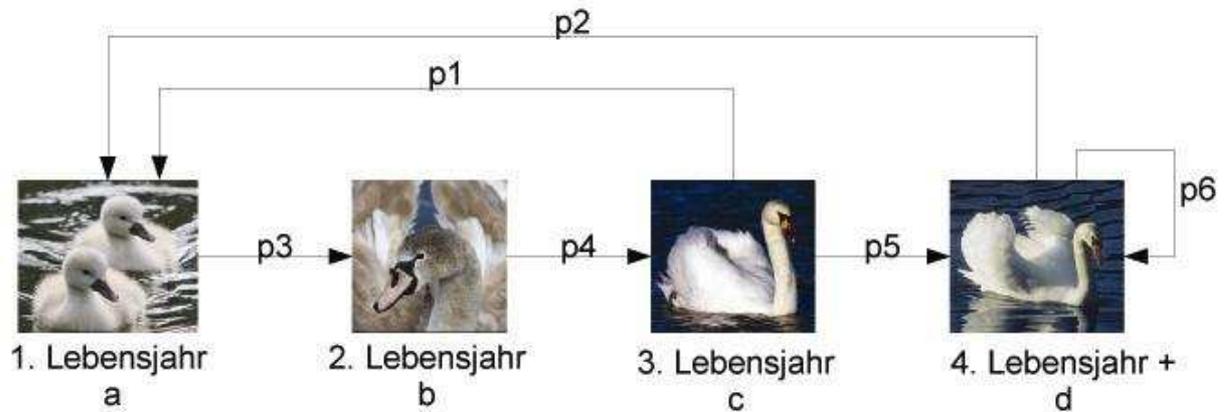
3.2 Das Eine-Region-Modell

Wie bereits der Titel verrät, beschreibt dieses Modell die Entwicklung einer Höckerschwanpopulation innerhalb eines Gebietes, in unserem Fall ist dieses Gebiet natürlich die Flachseeregion.

3.2.1 Wie sieht das Modell aus?

Die Basis des Höckerschwanmodells bilden die folgenden Punkte:

- Betrachtet wird die Populationsentwicklung von Jahr zu Jahr. Die Anzahl an Jahren wird künftig mit n bezeichnet.
- Die Gesamtpopulation der Schwäne wird auf vier verschiedene Altersklassen aufgeteilt, nämlich die Tiere im ersten Lebensjahr (a), im zweiten Lebensjahr (b), im dritten Lebensjahr (c) und die Tiere, welche sich im vierten oder einem späteren Lebensjahr befinden (d).
- Die Verschiebungen, die sich innerhalb eines Jahres zwischen den verschiedenen Altersklassen ergeben, werden durch das nachstehende Übergangdiagramm (Abb. 3.1) visualisiert.



[12]

Abb. 3.1 Dieses Übergangsdiagramm beschreibt die Entwicklung einer Höckerschwanpopulation.

- Die Parameter p_1 und p_2 sind Mittelwerte betreffs der Reproduktionsrate, d.h. sie geben an, wie viele Nachkommen pro Schwan und Jahr von einer bestimmten Altersklasse generiert werden. Schwäne werden in ihrem dritten Lebensjahr geschlechtsreif.
- p_3 , p_4 , p_5 und p_6 stellen die durchschnittlichen Übertrittschancen der Vögel von einer Altersstufe in die nächste, also die Überlebenschancen von Jahr zu Jahr dar.
- Demzufolge treten während eines Jahres (im Zeitschritt von n bis $n+1$) die hiernach genannten Veränderungen ein:

$$\begin{aligned}
 a_{(n+1)} &= p_1 c_{(n)} + p_2 d_{(n)} \\
 b_{(n+1)} &= p_3 a_{(n)} \\
 c_{(n+1)} &= p_4 b_{(n)} \\
 d_{(n+1)} &= p_5 c_{(n)} + p_6 d_{(n)}
 \end{aligned}$$

- Das oben stehende Übergangsdiagramm entspricht einer 4×4 -Matrix. Die jährlichen Übergänge werden in Matrixnotation folgendermassen dargestellt:

$$\begin{pmatrix} \mathbf{a}_{(n+1)} \\ \mathbf{b}_{(n+1)} \\ \mathbf{c}_{(n+1)} \\ \mathbf{d}_{(n+1)} \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} 0 & 0 & p1 & p2 \\ p3 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & p4 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & p5 & p6 \end{pmatrix} \times \begin{pmatrix} \mathbf{a}_{(n)} \\ \mathbf{b}_{(n)} \\ \mathbf{c}_{(n)} \\ \mathbf{d}_{(n)} \end{pmatrix}$$

$\mathbf{Z}_{(n+1)} \qquad \qquad \mathbf{LM1} \qquad \qquad \mathbf{Z}_{(n)}$

Abb. 3.2 Das Eine-Region-Modell

- Die Entwicklung der Gesamtpopulation wird durch das Potenzieren des dominanten Eigenwertes (λ_{\max}) der Übergangsmatrix LM1 beschrieben.
- Am Flachsee wurden nie Daten bezüglich des Alters der Höckerschwäne erhoben, woraus folgt, dass kein Zustandsvektor Z_n gebildet werden kann. Um Aussagen über die Verteilung der Tiere auf unsere vier verschiedenen Altersklassen machen zu können, kann der zu λ_{\max} gehörige Eigenvektor der Übergangsmatrix betrachtet werden. Denn bei jeder Startpopulation, deren Entwicklung durch das Potenzieren von LM1 gegeben ist, wird sich das Grössenverhältnis der Altersklassen untereinander langfristig diesem Eigenvektor annähern.

Wildtierbiologische Realitäten lassen sich nie eins zu eins in ein mathematisches Modell übersetzen, egal wie ausgeklügelt ein solches auch sein mag. Auch dieses Modell unterliegt zahlreichen Vereinfachungen, einige seien hier genannt:

- Wir betrachten ein geschlossenes System; es gibt keine Zu- oder Abwanderung.
- Die Lebensumstände der Schwäne sind unveränderlich. Ereignisse wie etwa ein Hochwasser, welche in der Natur willkürlich auftreten und die Populationsentwicklung beeinflussen, werden nicht in die Kalkulationen miteinbezogen.
- Das Geschlechterverhältnis beträgt 1 : 1.
- Nahrung und Lebensraum setzen dem Wachstum keine Schranken, denn unser lineares Modell erlaubt keine Rückkoppelung. Ist also λ_{\max} von LM1 grösser als 1, so zeigt das Modell exponentiales Wachstum. In der Realität existiert ein solches jedoch langfristig nicht. ^[5]

3.2.2 Wie sollen die Parameter für dieses Modell gewählt werden?

Um zu simulieren, wie sich eine Population unter dem Einfluss bestimmter Eingriffe entwickeln würde, werden Variationen der Modellparameter vorgenommen. Damit dies möglich ist, müssen in einem ersten Schritt schlüssige ‚Ausgangswertparameterwerte‘ ge-

funden werden, die beschreiben, wie sich die Population entfalten würde, wenn sie keinerlei Störungen ausgesetzt wäre.

Um schlussendlich möglichst sinnvolle Resultate zu erhalten, ist es natürlich wichtig, diese Parameterwerte so realitätsnah wie möglich zu wählen. Dies gestaltet sich bedauerlicherweise nicht immer einfach. „Es ist heute leider eine Tatsache, dass feldbiologische Untersuchungen an vielen Universitäten und Instituten nicht mehr ‚en vogue‘ sind. Über viele Tiere haben wir nur ein sehr beschränktes Wissen.“, meint Josef Fischer dazu.

Auch betreffs des Höckerschwans wurde nur sehr wenig Zahlenmaterial erhoben, welches sich zur Berechnung der Überlebenschance der Tiere von Jahr zu Jahr und der Anzahl an Nachkommen pro Vogel nutzen lässt. So kommt es, dass sich die von mir verwendeten Daten auf verschiedene Gebiete Deutschlands, Grossbritanniens und Dänemarks beziehen und sich der Zeitraum der Datenerhebung über die Jahre 1931 bis 1967 erstreckt. Die direkt aus diesen Befunden ermittelten Parameterwerte bilden ein erstes Szenario.

In einem zweiten Szenario werden die Werte den heutigen Verhältnissen in der Schweiz angepasst und der geographischen und zeitlichen Spannweite der Datenerhebung wird Rechnung getragen.

3.2.2.1 Szenario I

Erstes Lebensjahr (Parameterwert p3)

Englische Studien (Oxford, 1965) zeigen, dass im September des ersten Lebensjahres nur noch die Hälfte der Jungtiere am Leben ist, in den ersten zwei Lebenswochen ist die Sterblichkeit besonders hoch. Schwanenküken schlüpfen meist im Juni, sind also im September ca. drei Monate alt.

Nun sinkt die durchschnittliche Sterblichkeitsrate im ersten Lebensjahr auf 40.5 % ab. Aus diesen Daten ergibt sich ein Näherungswert von 0.35 für die mittlere Überlebenschance während des ersten Lebensjahres. ^[6]

Zweites Lebensjahr (Parameterwert p4)

Nach [6] beträgt die Überlebenschance der Tiere im zweiten Lebensjahr 61.5 %.

Drittes Lebensjahr (Parameterwert p5)

Schwäne pflanzen sich erstmals in ihrem dritten oder vierten Lebensjahr fort. Da die Geschlechtsreife und Paarbildung bei manchen Tieren im Frühjahr des dritten Lebensjahres noch nicht eingetreten sind und es den Jungvögeln auch schwerer fallen dürfte, ein Brutrevier zu erobern, treffe ich die Annahme, dass im dritten Lebensjahr lediglich ein Viertel so viele Schwäne brüten wie in den darauf folgenden Jahren. ^[7]

Wie nachfolgende Tabelle zeigt, gibt es auch einen grossen Anteil an vollständig ausgewachsenen, geschlechtsreifen Tieren, welcher nicht brütet:

Tab. 3.1 Verhältnis Brüter – Nichtbrüter

Ort, Erhebungsjahr	Brutvögel	Nichtbrüter	Prozentanteil an Brutvögeln
England / Wales, 1955	5240	8256	38.8
Schottland, 1955	926	2121	30.4
Engl. Winterscharen, 1958	-	-	12.5
Bodensee, 1962	99	501	16.5
Durchschnittswerte	-	-	24.6

[6]

Einer englischen Studie (Staffordshire, 1967) zufolge haben verpaarte Brüter mit 20 %/Jahr eine markant tiefere Sterberate als Nichtbrüter (35 %/Jahr). [6]

Gemäss [6] dürfte die Sterberate von Nichtbrütern allerdings etwas niedriger liegen, da die Zählungen an beringten Vögeln durchgeführt und wahrscheinlich einige abgewanderte Vögel als tot gezählt wurden. Deshalb rechne ich mit einer Sterberate von 30 %/Jahr für Nichtbrüter.

Damit lässt sich eine Überlebenschance von 70.6 % für das dritte Lebensjahr berechnen.

Viertes Lebensjahr und ältere Vögel (Parameterwert p6)

Analog zur Berechnung der Überlebenschance im dritten Lebensjahr kommt man für Vögel, die drei Jahre alt oder älter sind, auf einen Wert von 72.5 %.

Schwäne erreichen ein Alter von 16 bis 20 Jahren. Also stirbt zusätzlich durchschnittlich pro Jahr ca. 1/15 der Vögel dieser Alterskategorie, was zu einem Wert von 67.6 % für die Überlebenschance führt. [6]

Jährliche Anzahl Nachkommen pro Schwan (Parameterwerte p1 und p2)

Die folgende Tabelle wird zeigen, dass ziemlich genau 30 % des Geleges der Höcker Schwäne verloren geht noch bevor die ersten Jungen schlüpfen.

Tab. 3.2 Verhältnis Anzahl Eier – Anzahl geschlüpfte Küken

Ort, Erhebungsjahr	Anzahl Eier pro Brutvogelpaar	Anzahl geschlüpfte Küken
Ostpreussen, 1939	6.5	5.0
Mecklenburg, 1939	6.5	6.2
Hamburger Alster, 1931	6.2	3.1
Schottland, 1959	6.2	4.0
Dänemark, 1956	5.8	3.4
Durchschnittswerte	6.24	4.34

[6]

Rechnet man mit einer Brutbeteiligung von 6.25 % im dritten Lebensjahr und 25 % für alle weiteren Lebensjahre, so erhält man Näherungswerte von 0.27 bzw. 0.54 für die jährliche Anzahl Nachkommen/Brutvogelpaar. Diese Zahlen werden zusätzlich mit einem Faktor 0.5 multipliziert, um zu der jährlichen Anzahl Nachkommen pro Schwan von 0.27 für die 2-jährigen Vögel, bzw. 0.54 für alle älteren Vögel zu gelangen.

3.2.2.2 Szenario II

Wie könnten die Parameterwerte für heutige Verhältnisse in der Schweiz, genauer im Flachseegebiet, aussehen? Nachfolgende Tabelle listet Faktoren und ihre Wirkung auf:

Tab. 3.3 Anpassungen der Parameterwerte aus Szenario I ans Flachseegebiet.

	Faktor	Auswirkungen auf den Bestand	meine Annahmen bezüglich dem Einfluss auf die Parameterwerte
1	Geographisch sind sich das schweizerische Mittelland und die Länder, aus welchen die verwendeten Datenerhebungen stammen, einigermaßen ähnlich.	neutral	-
2	In Europa sind die Winter in den letzten Jahrzehnten durchschnittlich milder geworden.	Erhöhung der Überlebenschance in allen Alterskategorien, eine gute Konstitution der Höckerschwäne nach dem Winterhalbjahr verbessert auch die Fortpflanzungsleistung	→ siehe 8
3	Laut [6] lag die häufigste Todesursache in der Kollision mit Drähten (44 % der Todesfälle). Ein grosser Teil der Freileitungen liegen heute in der Schweiz unter dem Boden.	Erhöhung der Überlebenschance in allen Alterskategorien, besonders ab dem 2. Lebensjahr, da die Vögel nun vermehrt fliegen.	Erhöhung der Überlebenschance im ersten Lebensjahr um 10 %, in den übrigen Alterskategorien um 15 %
4	Der Strassenverkehr ist heute in der Schweiz wesentlich dichter.	Kürzere Strecken legt der Höcker- schwan oft zu Fuss zurück, weshalb bei einer erhöhten Verkehrsdichte die Chance steigt, dass er einem Verkehrsunfall zum Opfer fällt.	Verminderung der Überlebenschance um 2.5 % in allen Alterskategorien
5	80 % der verwendeten Daten bezüglich der Anzahl geschlüpfter Küken stammen aus den 1930er bis 1950er Jahren aus Deutschland und Dänemark. In dieser Zeit war in beiden Ländern die Tollwut noch nicht ausgerottet; die Fuchsbestände brachen wegen Tollwutepidemien immer wieder ein. [8] Während der letzten Jahrzehnte wurde die Tollwut in der Schweiz durch Schluckimpfungen besiegt. Zudem hat auch die Bejagung des Fuchses erheblich abgenommen. Diese beiden Faktoren führten dazu, dass die Fuchsbestände in der Schweiz über die letzten Jahre stark zunahmen. [9]	Schwanennester sind oft sehr exponiert und für Füchse leicht auffindbar. Da Vogeleier ein Nahrungsbestandteil des Fuchses bilden, ist es wahrscheinlich, dass vermehrt Schwanengelege diesem Tier zum Opfer fallen. Grundsätzlich hat der Höckerschwann jedoch eine gute Brutfürsorge; Männchen und Weibchen wechseln sich beim Brüten ab.	Ich nehme an, dass 15 % des Schwanengeleges vom Fuchs aufgefunden und zerstört werden.
6	Die Mittelmeermöwe, eine früher hauptsächlich im Mittelmeerraum verbreitete Grossmöwe, begann in den 1960er Jahren, die Schweiz zu besiedeln. Mittlerweile gibt es hier ca. 1500 Individuen, 40 bis 50 davon am Flachsee. Diese Vogelart ist ein Räuber, der alle Eier und Jungvögel, die er erwischt, frisst. [10]	Die Schwaneneier sind mit Ausmassen von rund 12 x 7.3 cm und einem Gewicht von 266 bis 374 g zu gross, um von einer Mittelmeermöwe abtransportiert zu werden. Es gibt jedoch Beobachtungen von Möwen, die frisch geschlüpfte Schwäne packen und fressen. [11]	Verminderung der Überlebenschance im ersten Lebensjahr um 5 %

7	Der Erholungsdruck an den Gewässern des Schweizer Mittellandes hat stark zugenommen, einerseits durch ein starkes Bevölkerungswachstum und andererseits durch ein verändertes Freizeitverhalten der heutigen Gesellschaft. Das Flachseegebiet ist ein sehr beliebter Ort für Spaziergänger.	Durch die grossen Besucherzahlen wird der Stress der Vögel sicherlich erhöht, was zu einer Vernachlässigung der Brutfürsorge und somit zu einer geringeren Geburtenrate und Überlebenschance im ersten Lebensjahr führen könnte. Andererseits ist es so, dass im Flachseegebiet als Wasser- und Zugvogelreservat das Betreten der Brutgebiete für den Menschen (und natürlich auch für Hunde) verboten ist. Zudem gibt es gerade bei den Höckerschwänen einen grossen Gewöhnungseffekt.	Ich gehe davon aus, dass dieser Faktor am Flachsee keinen Einfluss auf jegliche Parameter hat.
8	Am Flachsee werden die Wasservögel massenweise mit Brot, Mais und Getreide gefüttert.	Fütterungen reduzieren die natürliche Sterblichkeit der Höckerschwäne; besonders im Winter, wo nun kaum noch Tiere der von Natur gegebenen Nahrungsknappheit zum Opfer fallen. Wie erwähnt, fördert eine gute Konstitution der Höckerschwäne nach dem Winterhalbjahr auch die Fortpflanzungsleistung der einzelnen Brutpaare. Dazu kommt, dass sich die Brutreviere durch ein hohes Nahrungsangebot verkleinern. Die natürliche Kapazität des Flachsee bietet schätzungsweise drei bis sechs Brutpaaren Platz und Nahrung. In den letzten Jahren konnten dort bis zu zehn Brutpaare verzeichnet werden. Daraus ergibt sich in einem geschlossenen System, dass sich der Anteil an Brütern im Verhältnis zu den Nichtbrütern erhöht.	Die milderen Winter plus die Fütterungen erhöhen die Überlebenschancen in allen Alterskategorien um 20 % im ersten Lebensjahr, da die jüngsten Tiere normalerweise am stärksten von der Wintersterblichkeit betroffen sind und um 15 % in allen anderen Alterskategorien. Die durch die Faktoren 2 und 8 verbesserte Konstitution der Vögel erhöht die Fortpflanzungsrate ebenfalls um 15 %. In Anbetracht dessen, dass sich gleichzeitig mit der Zunahme an Brutpaaren auch die Gesamtpopulation vergrössert, rechne ich damit, dass sich der Anteil an Brütern um einen Faktor 1.2 vergrössert.
9	Grosser Bestand	Stress durch Konkurrenzverhalten: Brütende Schwäne verwenden so viel Energie darauf, sich gegenseitig aus ihren Brutterritorien zu vertreiben, dass sie das Brüten vernachlässigen.	Verminderung der Geburtenrate um 20 %

Werden alle Annahmen bezüglich dem Einfluss der Faktoren 1 - 9 in Betracht gezogen, so erhält man die folgenden neuen Werte für die Parameter p1 – p6:

$$\begin{aligned}
 p1 &= 4.34 \times 0.5 \times 0.0625 \times 0.85 \times 1.15 \times 1.2 \times 0.8 && \approx \mathbf{0.13} \\
 p2 &= 4.34 \times 0.5 \times 0.25 \times 0.85 \times 1.15 \times 1.2 \times 0.8 && \approx \mathbf{0.51} \\
 p3 &= 0.348 \times 1.1 \times 0.975 \times 0.95 \times 1.2 && \approx \mathbf{0.43} \\
 p4 &= 0.615 \times 1.15 \times 0.975 \times 1.15 && \approx \mathbf{0.79} \\
 p5 &= 0.706 \times 1.15 \times 0.975 \times 1.15 && \approx \mathbf{0.91} \\
 p6 &= 0.676 \times 1.15 \times 0.975 \times 1.15 && \approx \mathbf{0.87}
 \end{aligned}$$

Diese p-Parameter ergeben einen Näherungswert von 1.0236 für λ_{\max} und sagen somit die in Abb. 3.3 dargestellte Entwicklung der Höckerschwanpopulation des Flachsees über 30 Jahre hinweg voraus. Abb. 3.4 zeigt die entsprechende Altersstruktur des Schwanbestandes.

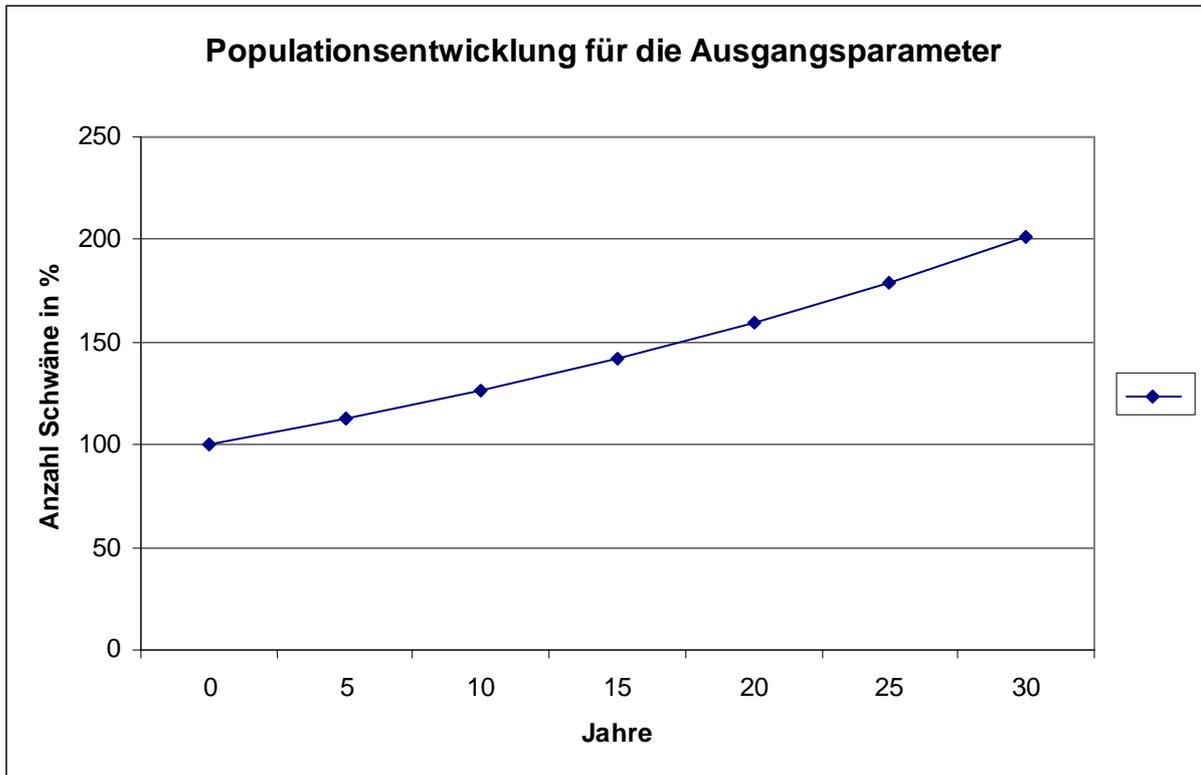


Abb. 3.3 Treffen die Annahmen bezüglich der Ausgangsparameter zu, so zeigt die Grafik die Entwicklung des Höckerschwanbestandes des Flachsees für den Fall, dass sie von keinerlei Störungen beeinträchtigt wird. Die Population würde sich in einem Zeitraum von 30 Jahren etwa verdoppeln.

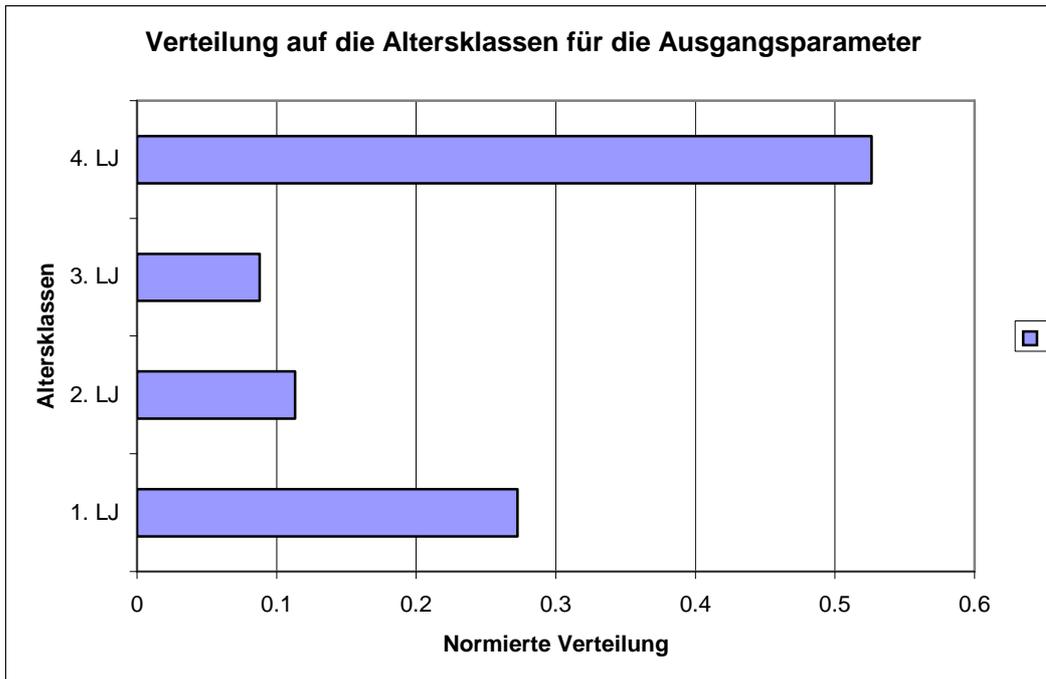


Abb. 3.4 Altersstruktur des Schwanenbestandes für die Ausgangsparameter. 27 % der Tiere befinden sich in ihrem ersten Lebensjahr, 11 % im zweiten, 9 % im dritten und 53 % der Vögel sind drei Jahre alt oder älter.

3.2.3 Sensitivitätsstudie

Im vorherigen Kapitel wurde versucht, aus den vorhandenen Daten durch Berechnungen und Überlegungen möglichst folgerichtige Werte für die Parameter $p_1 - p_6$ abzuleiten. Dabei wurden zahlreiche Annahmen getroffen, welche mehr oder weniger nah an der Wirklichkeit liegen können und daher alle Parameterwerte mit einem gewissen Fehler behaften.

Die Fehlerwahrscheinlichkeit wird ausserdem dadurch erhöht, dass Leslie-Modelle oftmals zu Aussagen über die langfristige Populationsentwicklung genutzt werden, die Modellparameter in der Realität aber über längere Zeit wohl kaum unverändert bleiben. Denn wächst eine Population, so werden die Ressourcen, die auf einen Schwan fallen, immer knapper und inner- sowie zwischenartliche Konflikte nehmen zu.

Aus diesen Gründen wird in diesem Kapitel die Sensitivität des Modells untersucht. Da das gewählte Verfahren auf einem linearen Gleichungssystem beruht, habe ich folgende vereinfachenden Annahmen getroffen:

- Die Parameter dürfen für sich einzeln variiert werden, um eine qualitative Aussage über die Sensitivität des Modells bezüglich dieses Parameters machen zu können. Dies vereinfacht den Rechenaufwand erheblich (x Parameter mal y Variationen), hat aber natürlich den Nachteil, dass keine Aussagen über das Systemverhalten bei kombinierter Variation der Parameter gemacht werden können.
- Die Parameter werden über denselben Wertebereich variiert. Auch dieses Vorgehen ist nur bei einem linearen System zulässig.

Die Grafiken der folgenden Seiten zeigen die Auswirkung der Parametervariationen auf Populationsentwicklung und Altersstruktur.

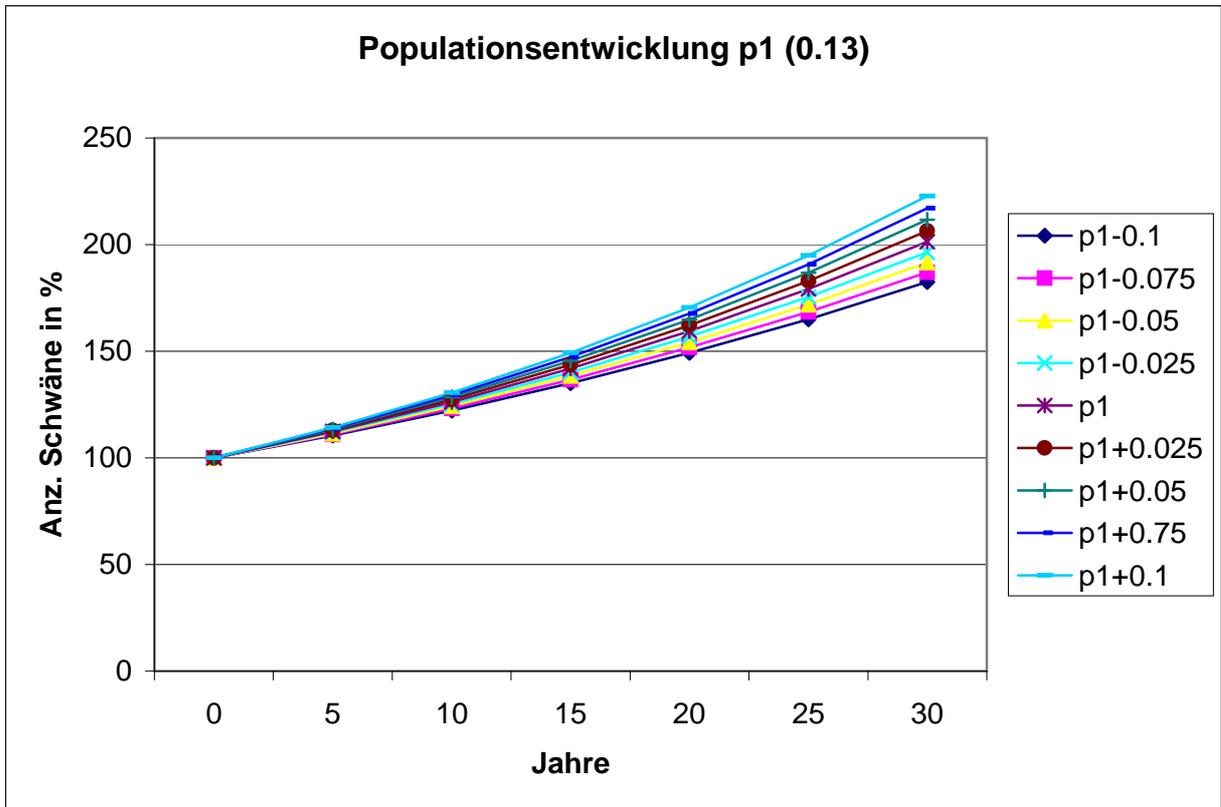


Abb. 3.5 Änderung der Populationsentwicklungen bei der Variation des Parameters p1

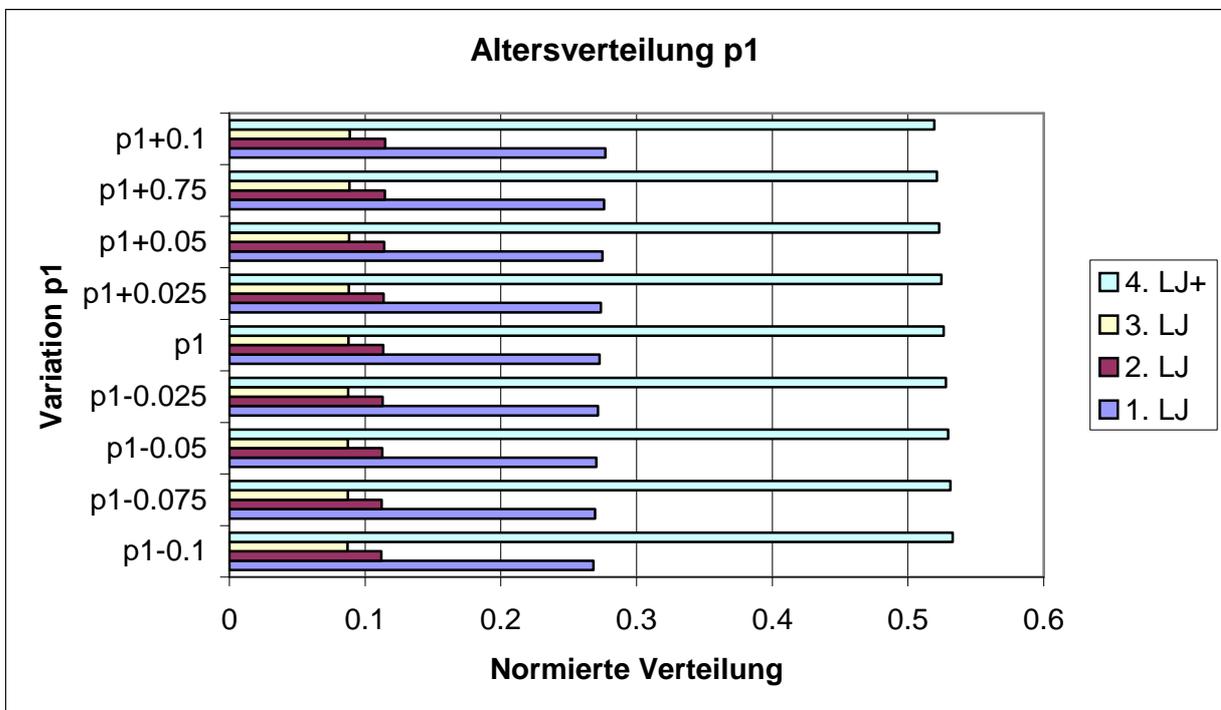


Abb. 3.6 Änderung des Grössenverhältnisses der Altersklassen untereinander bei der Variation des Parameters p1

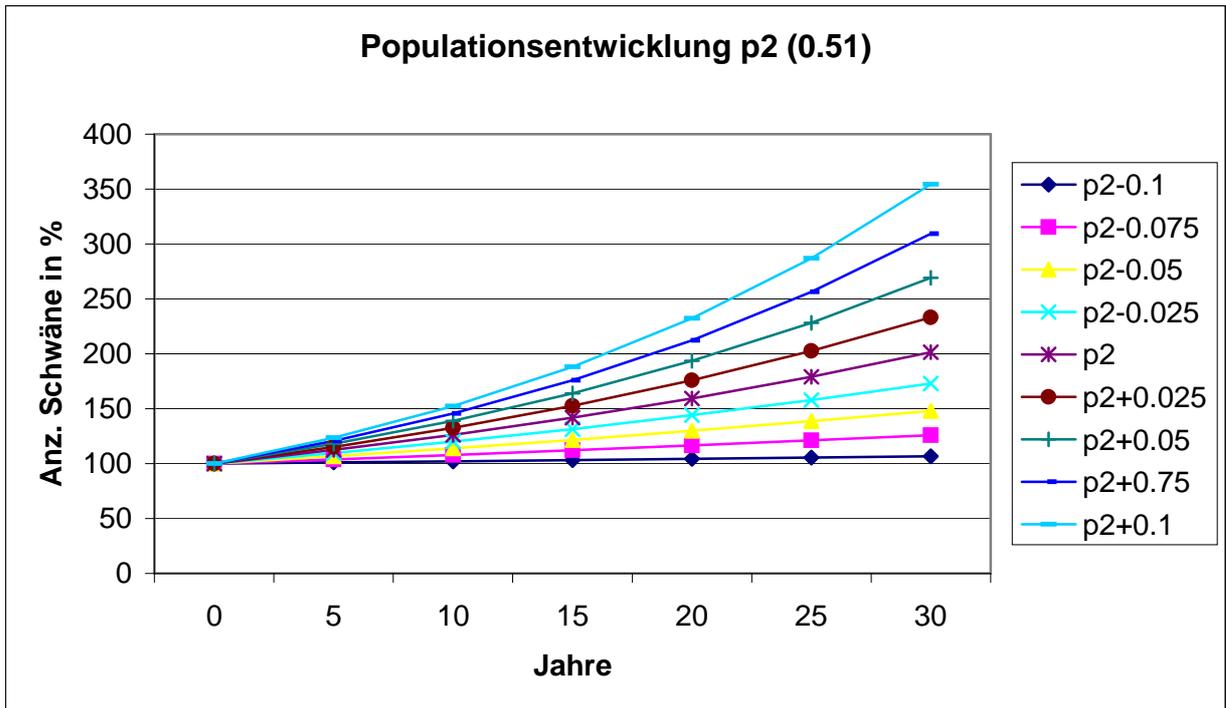


Abb. 3.7 Änderung der Entwicklungskurven bei der Variation des Parameters p2

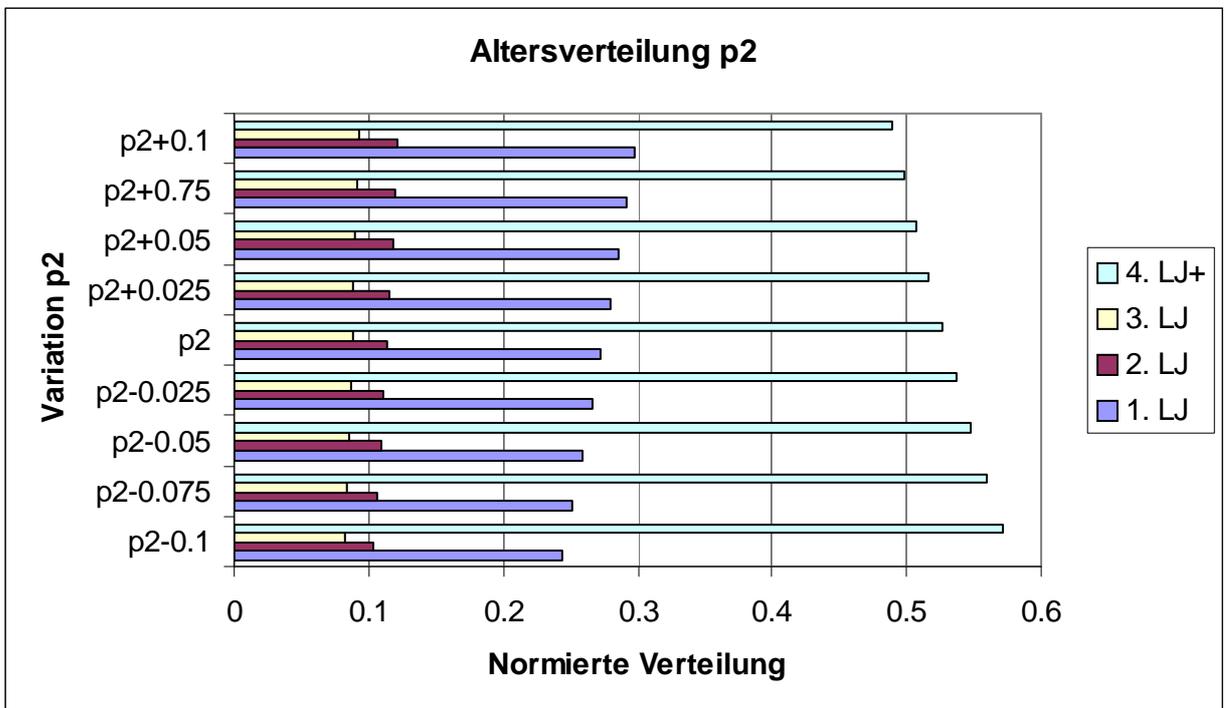


Abb. 3.8 Änderung des Grössenverhältnisses der Altersklassen untereinander bei der Variation des Parameters p2

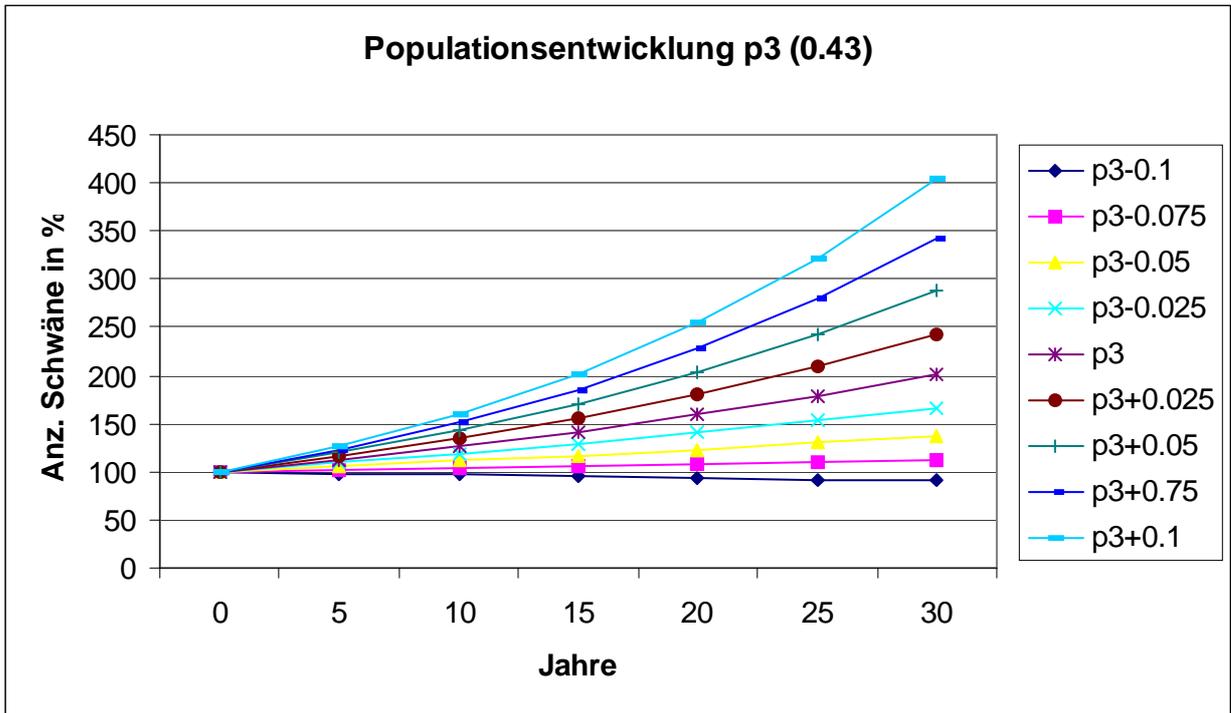


Abb. 3.9 Änderung der Populationsentwicklungen bei der Variation des Parameters p3

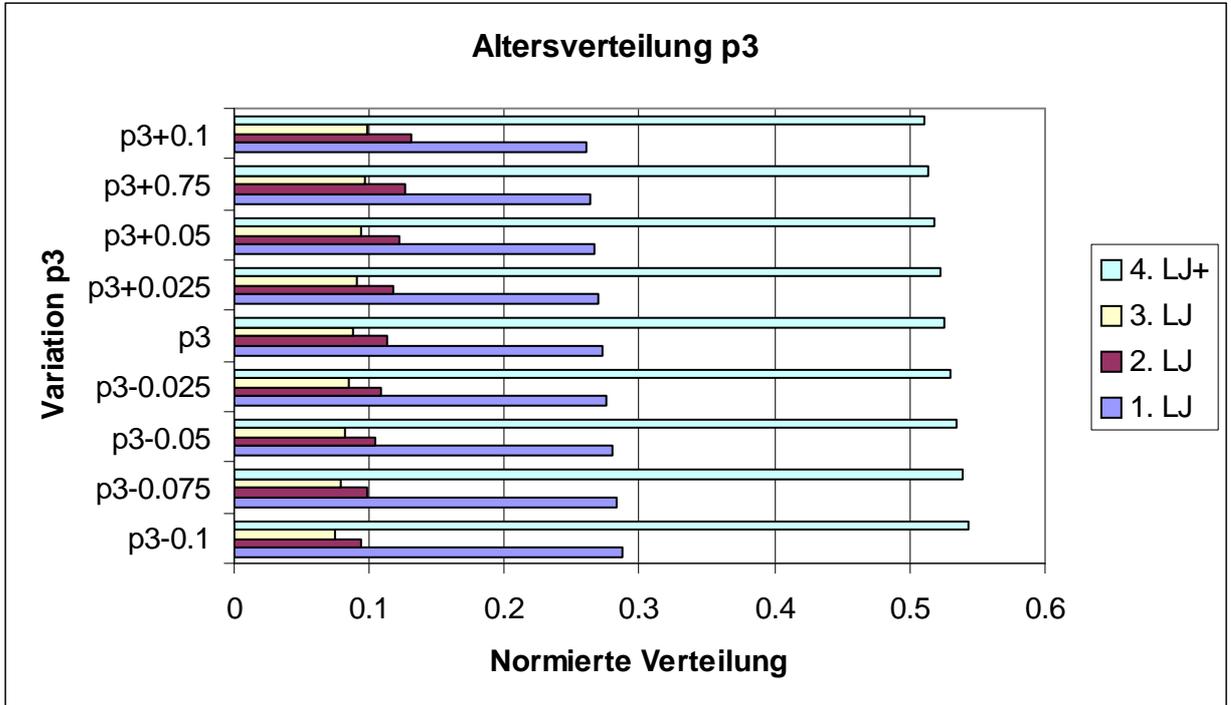


Abb. 3.10 Änderung des Grössenverhältnisses der Altersklassen untereinander bei der Variation des Parameters p3

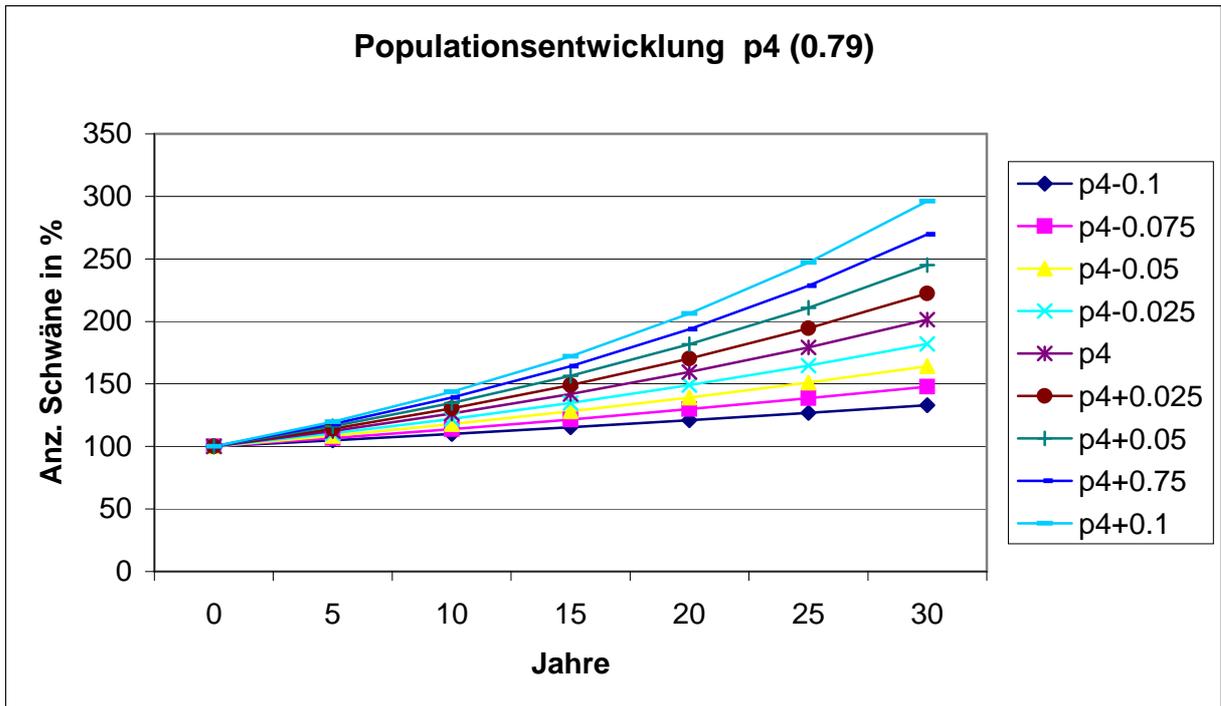


Abb. 3.11 Änderung der Populationsentwicklungen bei der Variation des Parameters p4

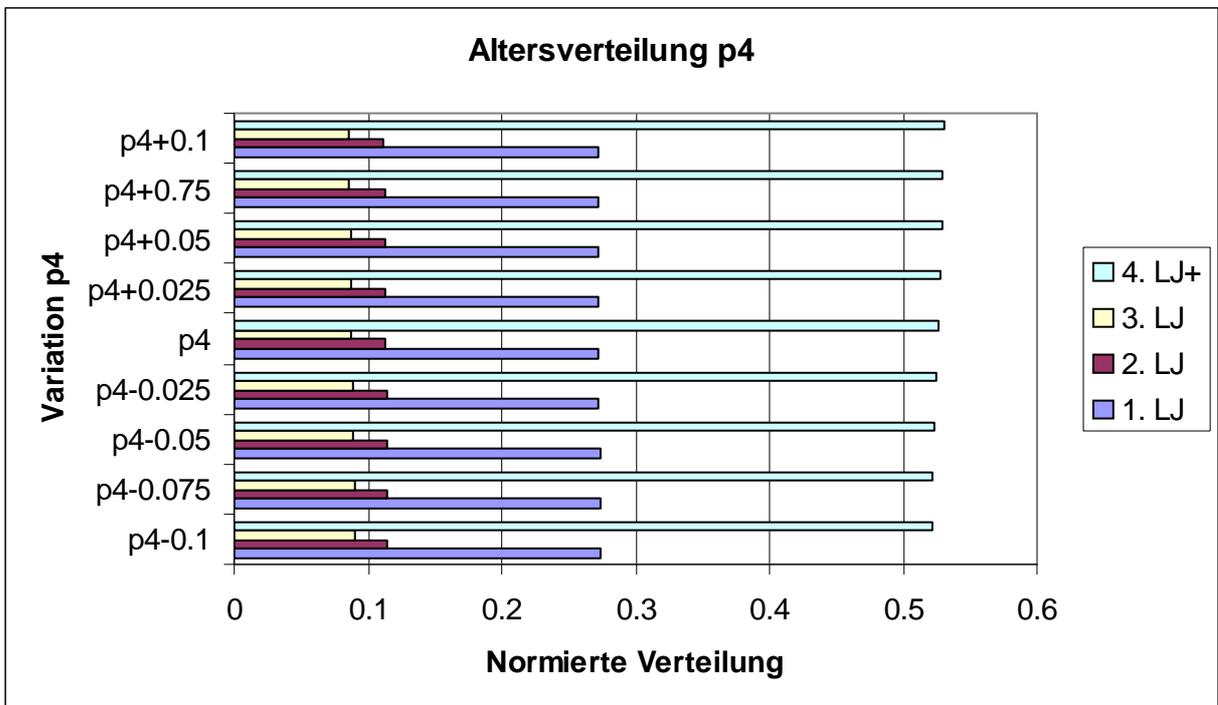


Abb. 3.12 Änderung des Größenverhältnisses der Altersklassen untereinander bei der Variation des Parameters p4

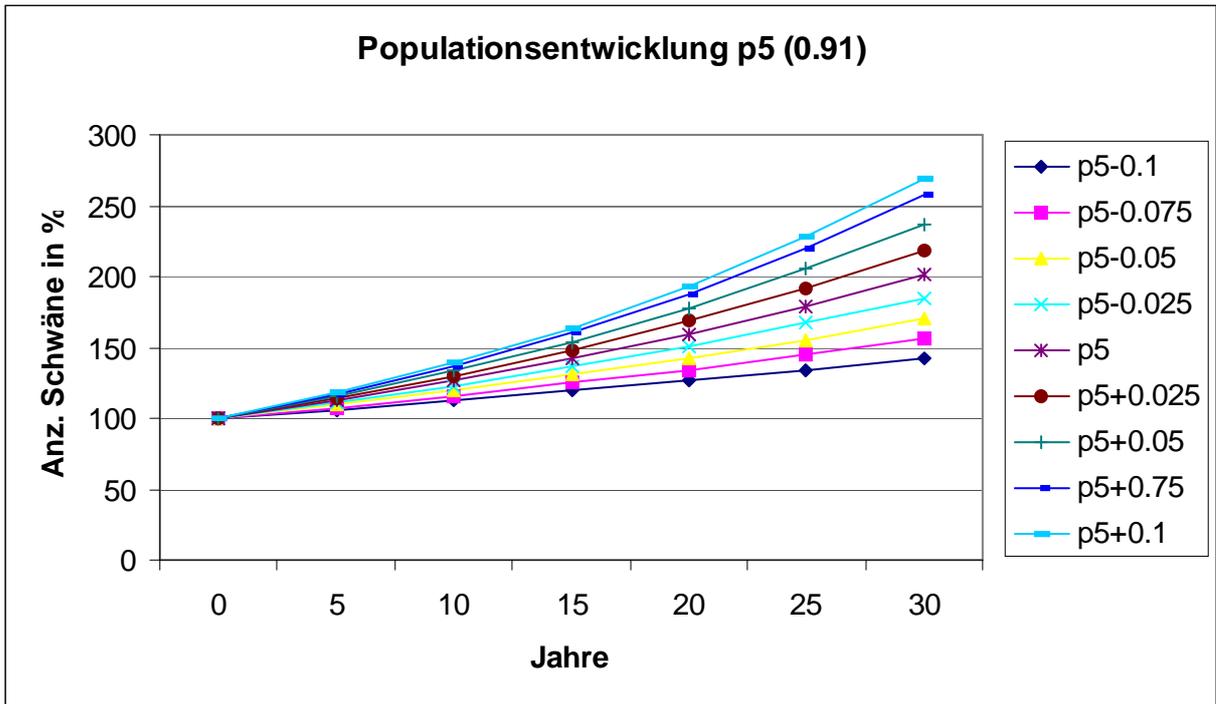


Abb. 3.13 Änderung der Entwicklungskurven bei der Variation des Parameters p5

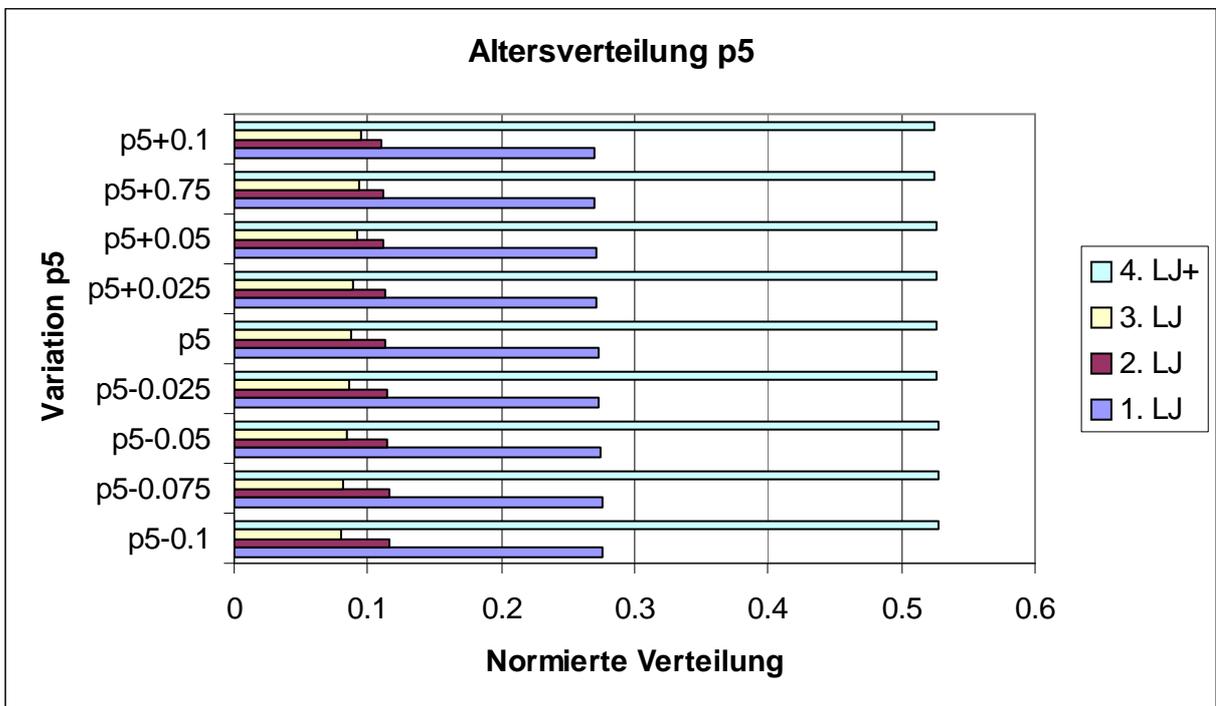


Abb. 3.14 Änderung des Grössenverhältnisses der Altersklassen untereinander bei der Variation des Parameters p5

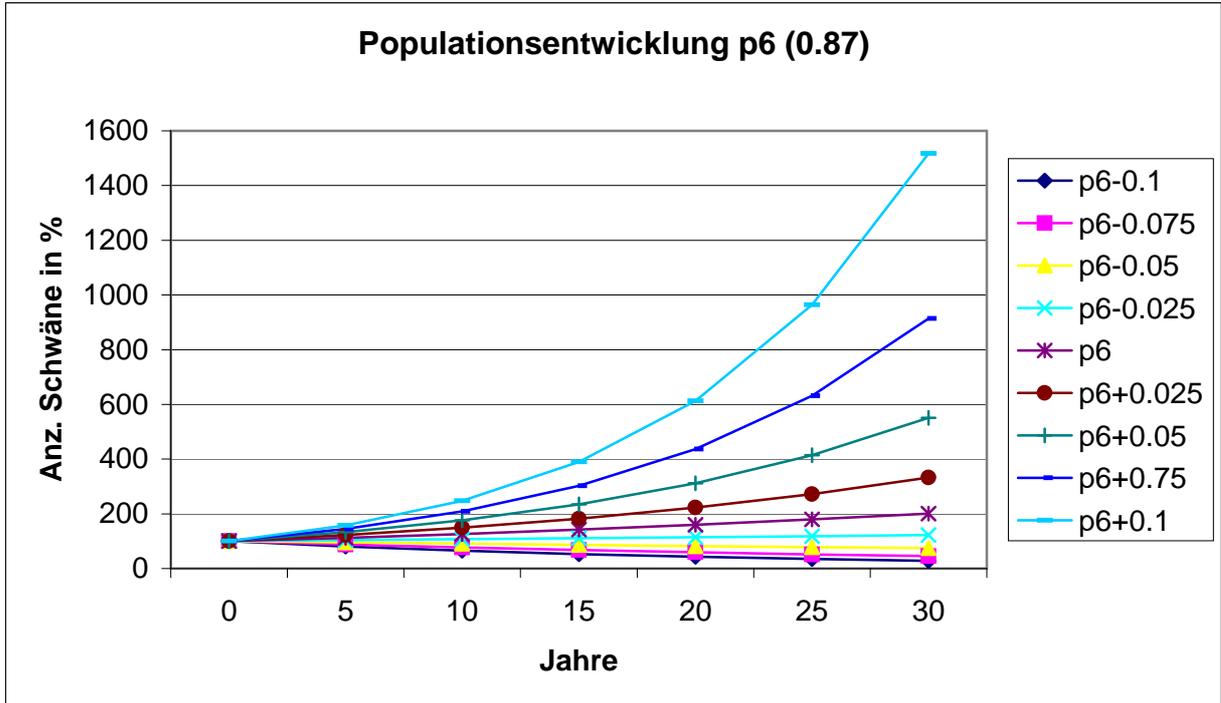


Abb. 3.15 Änderung der Entwicklungskurven bei der Variation des Parameters p6

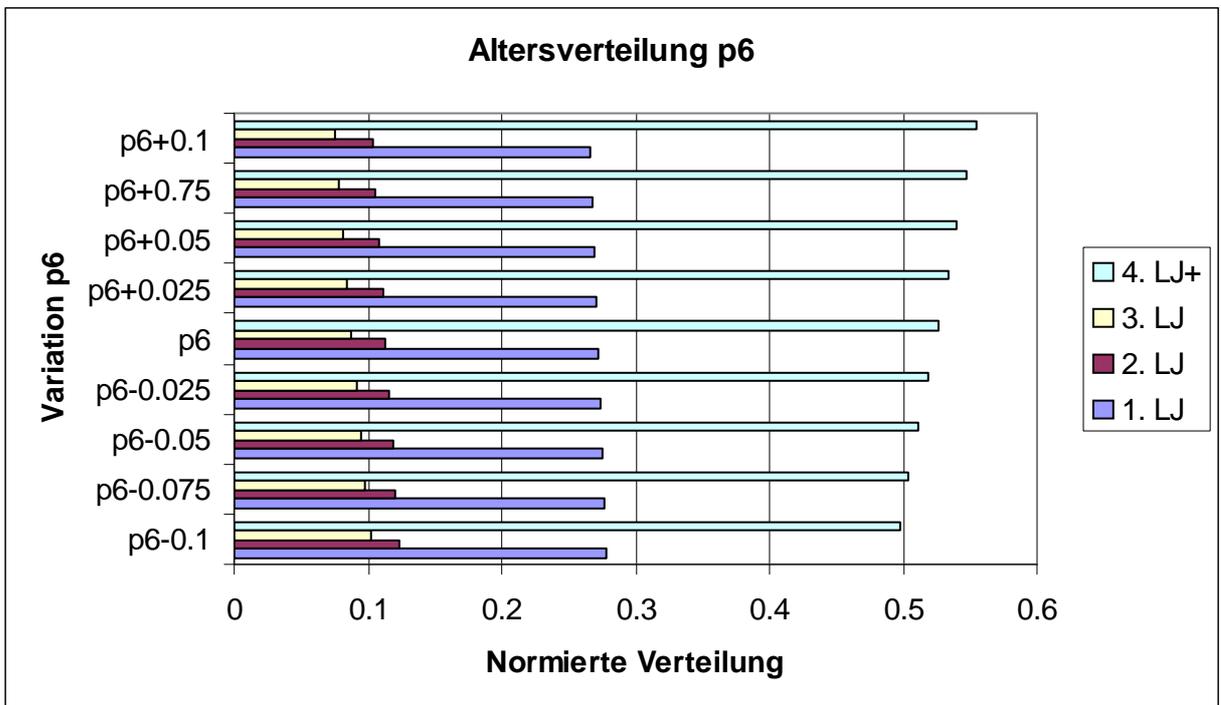


Abb. 3.16 Änderung des Größenverhältnisses der Altersklassen untereinander bei der Variation des Parameters p6

Die Ergebnisse der Sensitivitätsstudie bestätigen den linearen Charakter des Modells. Sowohl die Populationsentwicklung wie auch die Altersverteilung ändern sich jeweils kontinuierlich.

Den folgenden zwei Tabellen sind qualitative Auswertungen der durchgeführten Simulationen bezüglich des Bestandeswachstums und seiner Altersstruktur zu entnehmen.

Tab. 3.4 Einfluss der Parametervariationen auf die Populationsentwicklung

Parameter	λ_{\max}	Differenz nach 30 Jahren zwischen der höchsten und der tiefsten Anzahl an Schwänen	Modellwirksamkeit
p1	bleibt über den ganzen Variationsbereich > 1	45	gering
p2	bleibt über den ganzen Variationsbereich > 1	250	hoch
p3	kippt bei der Änderung $- 0.1$ auf einen Wert < 1 , exponentielles Wachstum wird zu exponentiellem Zerfall	320	hoch
p4	bleibt über den ganzen Variationsbereich > 1	170	mittel
p5	bleibt über den ganzen Variationsbereich > 1	125	gering
p6	kippt bei der Änderung $- 0.05$ auf einen Wert < 1	1500	sehr hoch

Dass die Sensitivität der Parameter p3 und p6 besonders hoch ist, leuchtet ein, da sich die grössten Anteile der Schwanenpopulation auf die erste und die vierte Altersklasse verteilen.

Tab. 3.5 Einfluss der Parametervariationen auf die Altersstruktur

Parameter Werte steigend	erhöht Anteil der Altersgruppe	reduziert Anteil der Altersgruppe
p1	1., 2., 3. Altersklasse	4. Altersklasse
p2	1., 2., 3. Altersklasse	4. Altersklasse
p3	2., 3. Altersklasse	1., 4. Altersklasse
p4	4. Altersklasse	1., 2., 3. Altersklasse
p5	3. Altersklasse	1., 2., 4. Altersklasse
p6	4. Altersklasse	1., 2., 3. Altersklasse

Im Allgemeinen bleiben die Veränderungen in der Altersstruktur relativ unbedeutend.

Die Simulationen erlauben nicht nur Aussagen über die Sensitivität unseres Modells, sondern sie liefern auch bereits erste Anhaltspunkte betreffs der Wirksamkeit möglicher Massnahmen zur Bestandesdezimierung, indem sie zeigen, durch welche Parameterwirkungen man den grössten Einfluss auf die Bestandesentwicklung nehmen kann.

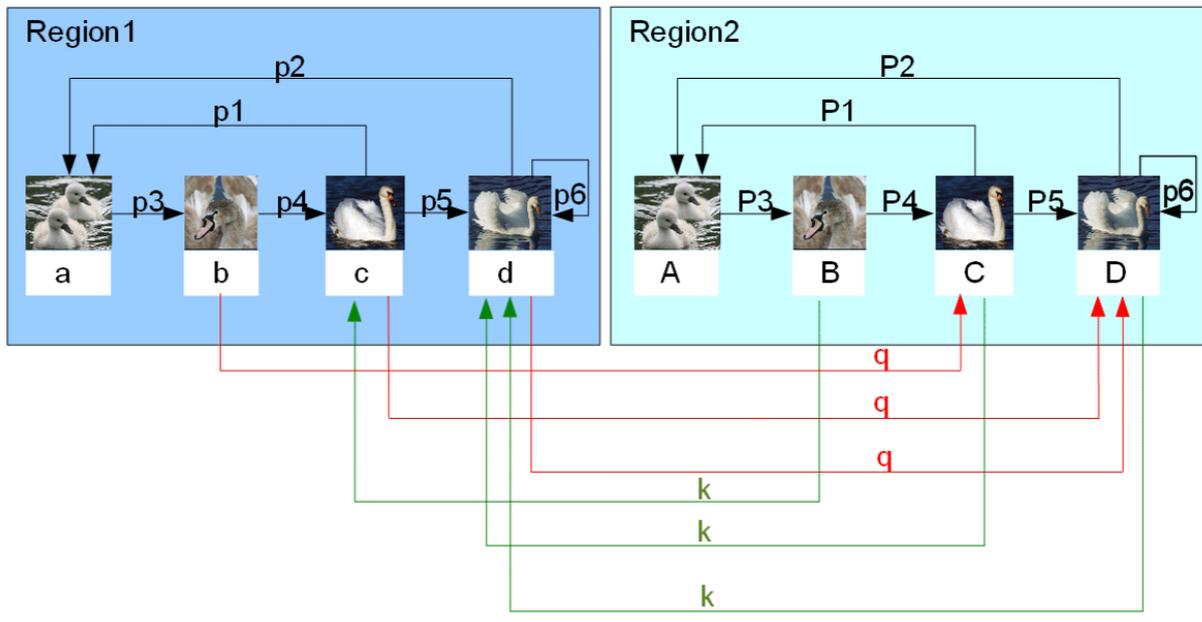
3.3 Das Zwei-Regionen-Modell

Schwäne sind Wildtiere, die zwischen verschiedenen Gebieten umherziehen. Dominik Thiel meint: „Wir nehmen an, dass die Höckerschwäne des Flachsees mit denen des Hallwiler-, Zuger- und Vierwaldstättersees im Austausch stehen. In diesen Gebieten scheinen ähnliche Schwankungen der Bestände aufzutreten.“ Das im Folgenden beschriebene Modell berücksichtigt zusätzlich die Wanderung der Schwäne zwischen zwei Regionen.

3.3.1 Erläuterung

Das Zwei-Regionen-Modell unterliegt denselben Annahmen und Vereinfachungen wie das Eine-Region-Modell mit der Erweiterung auf zwei Gebiete als einzige Neuerung.

- Region 1 und Region 2 sind symmetrisch. Es wird festgelegt, dass Region 1 dem Flachseegebiet entspricht. Dementsprechend ist Region 2 ein Gebiet, welches Wasservögeln ähnliche Lebensumstände wie der Flachsee bietet und dessen zugehörige Höckerschwanpopulation in etwa die gleiche Grösse wie jene des Flachsees hat.
- Die Entwicklungen, die in den beiden Gebieten im Laufe eines Jahres stattfinden, sind in Abb. 3.3 als Übergangsdiagramm dargestellt.



[12]

Abb. 3.17 Übergangsdiagramm des Zwei-Regionen-Modells

- q und k zeigen auf, wie gross der Anteil an Schwänen ist, der jährlich seinen angestammten Lebensraum verlässt und sich in einem neuen Gebiet niederlässt. Im Modell sind die Parameter so gewählt, dass die Wanderung der Schwäne im zweiten Lebensjahr beginnt. Denn die Jungvögel können zwar in einem Alter von 4.5 Monaten bereits einigermaßen fliegen, bleiben aber meist bis zum Beginn der neuen

Brutperiode im Familienverbund bei den Eltern. Gegen Ende des Winters werden sie dann vom Männchen vertrieben. ^[11]

- In einem Zeitschritt von einem Jahr ergeben sich die folgenden Veränderungen:

$$\begin{aligned}
 a_{(n+1)} &= p1 c_{(n)} + p2 d_{(n)} \\
 b_{(n+1)} &= p3 a_{(n)} \\
 c_{(n+1)} &= p4 (1 - q) b_{(n)} + P4 k B_{(n)} \\
 d_{(n+1)} &= p5 (1 - q) c_{(n)} + p6 (1 - q) d_{(n)} + P5 k C_{(n)} + P6 k D_{(n)}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 A_{(n+1)} &= P1 C_{(n)} + P2 D_{(n)} \\
 B_{(n+1)} &= P3 A_{(n)} \\
 C_{(n+1)} &= P4 (1 - k) B_{(n)} + p4 q b_{(n)} \\
 D_{(n+1)} &= P5 (1 - k) C_{(n)} + P6 (1 - k) D_{(n)} + p5 q c_{(n)} + p6 q d_{(n)}
 \end{aligned}$$

- In Matrixnotation werden diese folgendermassen dargestellt:

$$\begin{pmatrix} a_{(n+1)} \\ b_{(n+1)} \\ c_{(n+1)} \\ d_{(n+1)} \\ A_{(n+1)} \\ B_{(n+1)} \\ C_{(n+1)} \\ D_{(n+1)} \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} 0 & 0 & p1 & p2 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ p3 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & p4(1-q) & 0 & 0 & 0 & P4 \cdot k & 0 & 0 \\ 0 & 0 & p5(1-q) & p6(1-q) & 0 & 0 & P5 \cdot k & P6 \cdot k \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & P1 & P2 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & P3 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & p4 \cdot q & 0 & 0 & 0 & P4(1-k) & 0 & 0 \\ 0 & 0 & p5 \cdot q & p6 \cdot q & 0 & 0 & P5(1-k) & P6(1-k) \end{pmatrix} \times \begin{pmatrix} a_{(n)} \\ b_{(n)} \\ c_{(n)} \\ d_{(n)} \\ A_{(n)} \\ B_{(n)} \\ C_{(n)} \\ D_{(n)} \end{pmatrix}$$

$Z_{(n+1)} \qquad \qquad \qquad LM2 \qquad \qquad \qquad Z_{(n)}$

Abb. 3.18 Das Zwei-Regionen-Modell entspricht einer 8 x 8-Matrix. Dies erklärt sich allein schon dadurch, dass in den zugehörigen Zustandsvektoren alle Kombinationen ‚relativer Anteil der Individuen pro Altersklasse x Region‘ enthalten sein müssen.

3.3.2 Wahl der ‚Ausgangsparmeter‘ für das Zwei-Regionen-Modell

Da die beiden Regionen symmetrisch sind, können nicht nur für p1 – p6 die ‚Ausgangsparmeter‘ des Flachseegebietes gewählt werden, sondern auch für P1- P6.

Die Symmetrie der Gebiete macht es naheliegend, dass auch Zu- und Abwanderung zwischen ihnen symmetrisch erfolgen. Sofern keine anderen Angaben gemacht werden, kann also davon ausgegangen werden, dass q und k identisch sind.

Unter diesen Bedingungen ist dann auch die Entwicklung der beiden Teilpopulationen übereinstimmend mit der Entwicklung der Gesamtpopulation.
Darüber, wie gross der Anteil an Schwänen ist, der jährlich in ein neues Gebiet wandert, liegen mir keinerlei Daten vor. Deshalb werde ich später bezüglich der Parameterwerte q und k verschiedene Annahmen treffen.

4 Simulation und Interpretation

4.1 Einleitung

Es soll eine Problemlösung im Sinne von „weniger Schwäne – weniger Schäden“ angestrebt werden. Dafür muss erst einmal klar sein, von welcher Ausgangs- und von welcher zu wünschenden Endpopulation ausgegangen werden soll.

Wir werden im Folgenden von einer Startpopulation von 39 Schwänen ausgehen. Dies war der Stand am Flachsee im Jahre 2005. Wie bereits erwähnt, wurden im Frühjahr 2008 mit den Abschüssen von sechs Höckerschwänen erste Massnahmen des Departements Bau, Verkehr und Umwelt eingeleitet, während in den Jahren 2006/2007 die Vogelgrippe grassierte, was zu einem kurzfristigen Rückgang der Fütterungen und somit zu einer Abnahme der Schwanpopulation am Flachsee führte. Es soll von einer Startpopulation ausgegangen werden, die von diesen Faktoren noch unberührt blieb, weshalb wir die Grösse des Höckerschwanbestandes vom Vorjahr wählen.

Die Klärung der Frage, wie viele Höckerschwäne am Flachsee wünschenswert sind, ist etwas heikler. Denn eine absolute Zahl dafür, wie viele Schwäne es im Flachseegebiet geben sollte, gibt es nicht. Josef Fischer meint: „Ob eine Überpopulation einer Art existiert, ist immer eine Interpretationsfrage, es kommt auf den Standpunkt an.“ Sicher ist aber, dass die Tragfähigkeit des Gebietes in den letzten Jahren deutlich überschritten wurde. Laut Hugo Abt begannen die Probleme mit dem Höckerschwan im Jahre 1996, als seine Felder erstmals zeitweise von einigen Vögeln bevölkert wurden. Die maximale Anzahl an Höckerschwänen erreichte in diesem Jahr seit langem zum ersten Mal wieder einen Wert von 35 (bei einem Jahresdurchschnitt von 24.29 Schwänen). Ich treffe daher die Annahme, dass der Maximalwert des Höckerschwanbestandes konstant bei unter 35, sagen wir einmal bei etwa 30 Schwänen liegen sollte. Teile ich die Summe aller mir vorliegenden Daten bezüglich des Jahresmittelwertes an Schwänen durch die Summe der zugehörigen Jahresmaximalwerte, so erhalte ich einen mittleren Faktor von 0.56. Daraus kann geschlossen werden, dass ein Wert von $30 \times 0.56 \approx 17$ Schwänen ein sinnvoller Jahresmittelwert dafür ist, wie viele Schwäne am Flachsee leben können, ohne in einen Konflikt mit dem Menschen zu geraten und deshalb nicht überschritten werden sollte. Nun können wir mit dem Simulieren, also dem Spielen mit den Modellen, beginnen. Wir werden verschiedene Szenarien der Bestandesentwicklung durchrechnen, um so zu Erkenntnissen über die möglichen Massnahmen zu gelangen.

Dabei halte ich es nicht für nötig, bei jeder Simulation auf die Altersstruktur des Höckerschwanbestandes und, falls mit dem Zwei-Regionen-Modell gearbeitet wird, auf seine Verteilung auf die beiden betrachteten Gebiete einzugehen. Ich werde mich auf einige interessante Fälle beschränken.

4.2 Massnahmen zur Bestandesregulierung

Will man bei einer Höckerschwanpopulation eine Bestandesregulierung durchführen, so stehen einem zwei verschiedene Massnahmen zur Verfügung: Zum einen kann man durch das Anstechen oder Ersetzen von Eiern bei der Reproduktion eingreifen, zum anderen durch Abschüsse einen unmittelbaren Einfluss auf den Bestand der erwachsenen

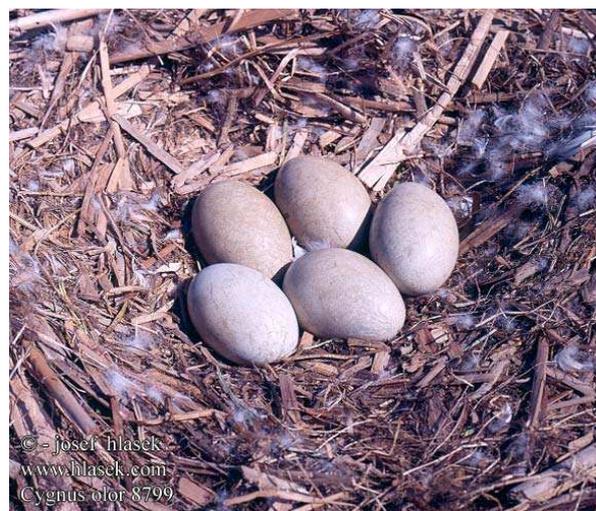
Tiere nehmen. An dieser Stelle soll untersucht werden, wie diese Massnahmen angewandt werden müssen, damit der Soll-Höckerschwanbestand erreicht wird. In den Kapiteln 4.2.1 und 4.2.2 sind Simulationen anhand des Eine-Region-Modells dargestellt, während bei 4.2.3 und 4.2.4 das Zwei-Regionen-Modell zum Einsatz kommt.

4.2.1 Bestandesregulierung durch Anstechen/Ersetzen der Eier

Die Massnahme des Eierstechens kann beim Höckerschwan, anders als bei anderen Vögeln, sehr erfolgreich durchgeführt werden. Viele Vogelarten errichten im Schilf, im Dickicht oder auf Bäumen gut getarnte Nester, wodurch es fast unmöglich wird, sie alle zu finden. Anders beim Höckerschwan: „Schwäne sind gross und auffällig, da findet man alle Nester. Und werden alle Eier gestochen, kann ja logischerweise kein Jungtier aufkommen. Sollten die Schwäne abermals Eier legen, so sticht man sie nach etwa einem Monat halt ein zweites Mal“, meint Dominik Thiel auf meine Frage nach der Effizienz dieser Massnahme.



[13]



[14]

Abb. 4.1 Höckerschwäne bauen grosse, burgenartige Nester, die oft exponiert liegen und somit leicht aufgespürt werden können.

Um zu sehen, wie sich die Entwicklung unserer Höckerschwanpopulation bei verschiedenen Anteilen an gestochenen Eiern verhalten würde, werden die Parameter p_1 und p_2 der 4×4 -Übergangsmatrix beide mit einem Faktor $(1 - \text{„Anteil gestochener Eier“})$ multipliziert. Das Ergebnis ist in der folgenden Grafik (Abb. 4.2) dargestellt:

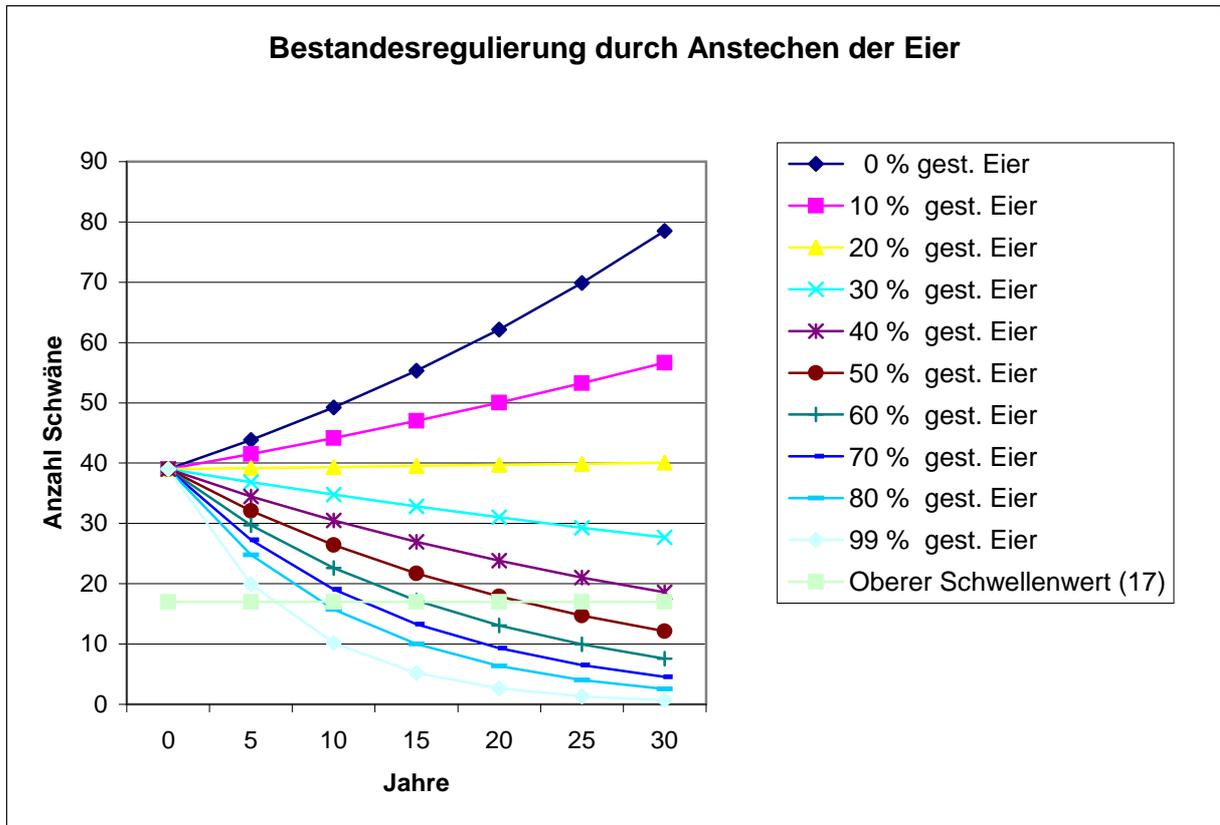


Abb. 4.2 Reduktion des Höckerschwanbestandes durch Eingriffe bei der Reproduktion

In einem Zeitraum von 30 Jahren könnte also die gewünschte Anpassung der Höckerschwanpopulation an die im Vorherigen festgesetzte Grösse von 17 Individuen durch ein jährliches Anstechen von etwas mehr als 40 % der Eier erreicht werden.

Aus ökologischer Sicht wären solche relativ langsamen Veränderungen zu begrüßen, da nicht nur unsere Höckerschwanpopulation durch die Bedingungen ihrer Umwelt beeinflusst wird, sondern natürlich auch zahlreiche Organismen auf die eine oder andere Weise von den Schwänen selbst abhängen. Durch eine gemächliche Bestandesregulierung wäre auch der mit den Schwänen in Verbindung stehende Lebensraum nur ‚sanften‘ Veränderungen unterworfen.

Doch leider sind die Probleme, die der Höckerschwan am Flachsee verursacht, akut; Landwirte machen durch die Vögel jedes Jahr Verluste.

Von ihrer Seite her betrachtet ist es unter den gegebenen Umständen verständlicherweise absolut notwendig, dass die Höckerschwanproblematik in einem möglichst kurzen Zeitraum behoben wird.

Der Wunschbestand von ≤ 17 Schwänen soll also möglichst schnell, am besten innerhalb weniger Jahre, erreicht werden. Langfristig sollen weder der obere Schwellenwert von 17 Tieren noch ein unterer Schwellenwert von 14 Individuen (die Höckerschwanpopulation soll ja nicht aussterben!) über- respektive unterschritten werden.

Dazu werden in den ersten Jahren 99 % des Geleges angestochen. Leider dauert es selbst unter diesen Umständen mehr als sieben Jahre, bis die Population die gewünschte Grösse erreicht hat. Später führt man Eingriffe in einem Wechsel von Fünfjahres-Perioden durch: In einer Periode unternimmt man keinerlei Eingriffe, während in der nächsten jährlich 40 % der Eier gestochen werden. Die Entwicklung der Höckerschwanpopulation unter diesen Bedingungen ist aus der nachfolgenden Grafik ersichtlich:

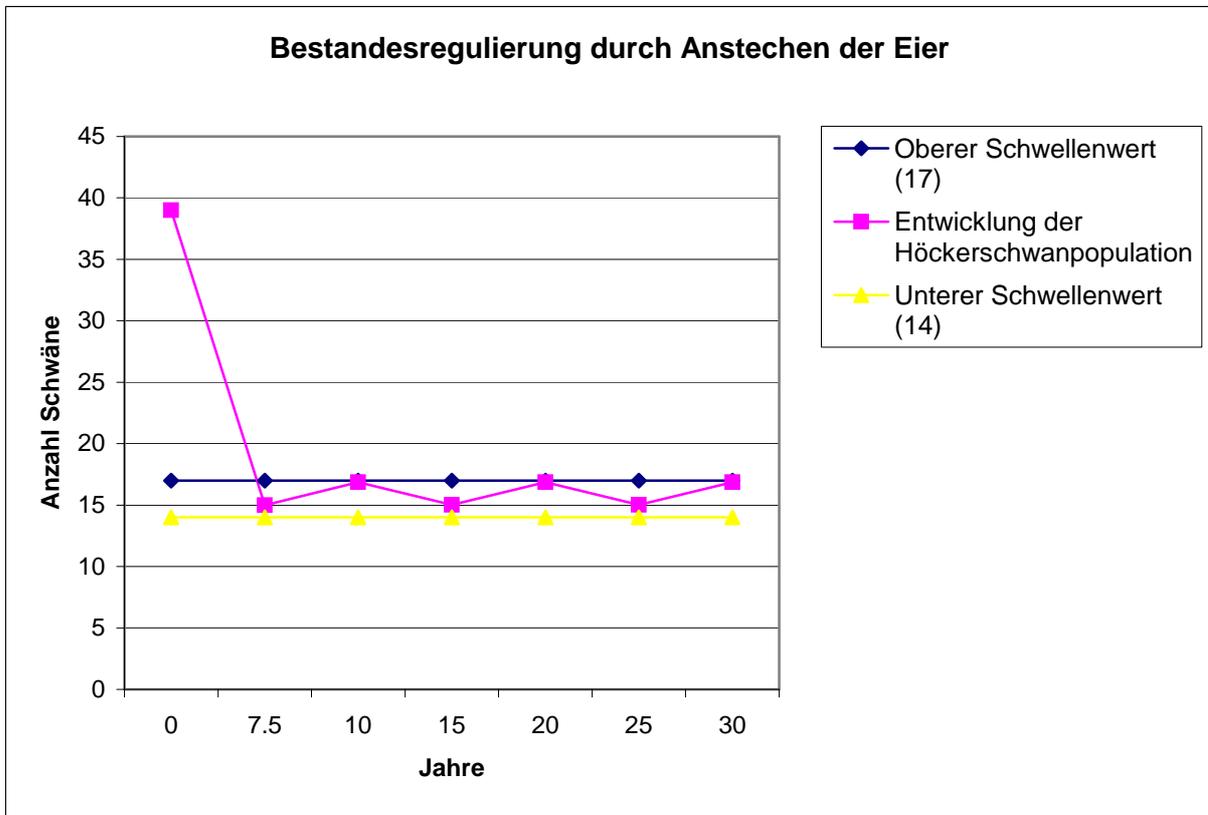


Abb. 4.3 Dezimierung des Höckerschwänbestandes durch das Anstechen von Eiern

4.2.2 Bestandesregulierung durch Abschüsse

Will man eine Bestandesregulierung durch Abschüsse vornehmen, so greift man grundsätzlich bei den fortpflanzungsfähigen Tieren ein, da deren Dezimierung gleichzeitig eine rasche Auswirkung auf die Reproduktion und somit den grössten Einfluss auf die weitere Bestandesentwicklung hat. Ohne Frage spielen für die Fortpflanzungsrate vor allem die geschlechtsreifen Weibchen eine tragende Rolle. Es ist jedoch bei Höckerschwänen sehr schwierig, die Weibchen von den Männchen zu unterscheiden. Es wird hier davon ausgegangen, dass langfristig gleich viele männliche wie weibliche Tiere geschossen werden.

Um eine solche Situation zu simulieren, werden die Parameter p_5 und p_6 je mit einem Faktor $(1 - \text{„Anteil geschossener Tiere“})$ multipliziert. Es ergibt sich das folgende Szenario:

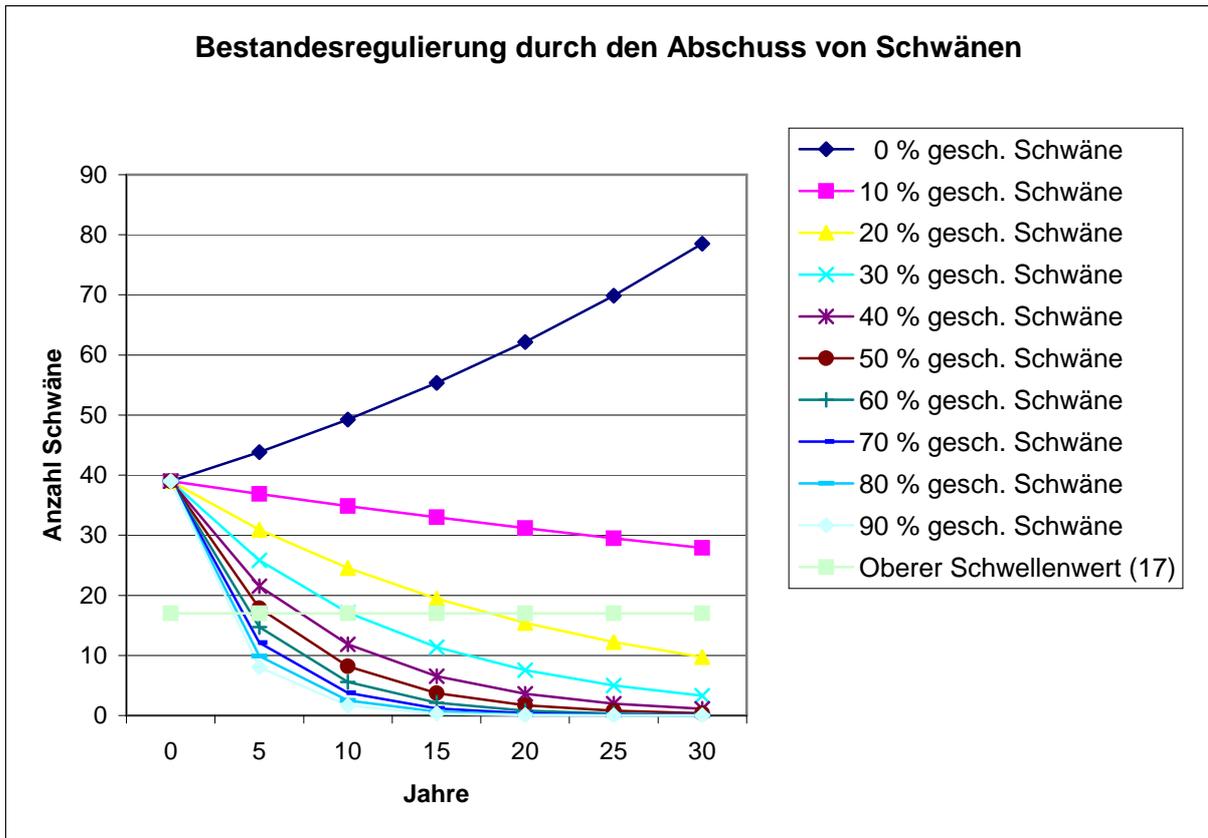


Abb. 4.4 Bestandesregulierung durch den Abschuss von Schwänen

Durch das Abschliessen von Höckerschwänen kann natürlich eine beliebig schnelle Bestandesabnahme erreicht werden. Soll die Marke von 17 Individuen in höchstens fünf Jahren unterschritten werden, und gelten darüber hinaus die in Kap. 4.2.1 genannten Bedingungen, so könnte man Massnahmen von dieser Art ergreifen: Während fünf Jahren werden jährlich 60 % der Schwäne geschossen, danach lässt man sie für fünf Jahre in Ruhe, um in den nächsten fünf Jahren wieder 20 % der Tiere pro Jahr zu schiessen. Die letzten zwei Schritte werden beliebig oft wiederholt. Graphisch dargestellt sieht dies wie folgt aus:

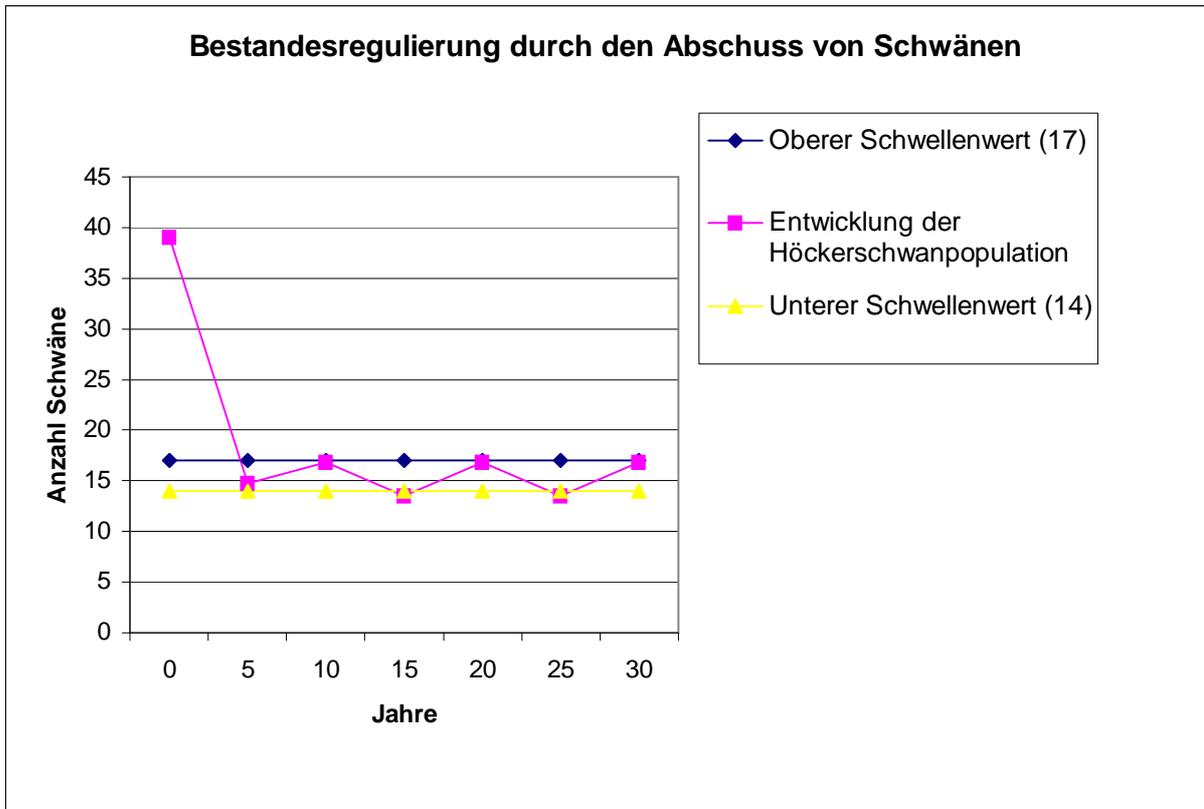


Abb. 4.5 So könnte eine Bestandesentwicklung bei Dezimierung durch das Abschliessen von Tieren aussehen.

4.2.3 Schwäne bekommen im Flugjahr keine Jungen

An dieser Stelle kommt erstmals das Zwei-Regionen-Modell zum Einsatz, es wird also die Populationsentwicklung im Zusammenhang mit den Wanderungen der Vögel beurteilt.

Der Einfachheit halber wird bei der Arbeit mit dem Zwei-Regionen-Modell von einer Startpopulation von 100 % ausgegangen. Stimmt die Entwicklung der einzelnen Regionen mit der Entwicklung der Gesamtpopulation überein, so können diese 100 % als Stellvertreter für die Ausgangspopulation des Flachsees (39 Schwäne) angesehen werden.

Bevor weitere Untersuchungen zu bestandesregulierenden Massnahmen vorgenommen werden, soll erst einmal eine Annahme betreffs des Einflusses des Fliegens selber auf die Grösse der Gesamtpopulation geprüft werden, nämlich die Annahme, dass Höckerschwäne in dem Jahr, in welchem sie wandern, keine Jungen bekommen.

Dies lässt sich dadurch begründen, dass Schwäne bei ihrer Ankunft in einem neuen Gebiet Zeit benötigen, um sich vom Flug zu erholen, sich zurechtzufinden und sich schliesslich ein neues Brutterritorium zu erobern.

Unter den erwähnten Bedingungen wird das Gedeihen des Höckerschwanbestandes durch das Potenzieren der anschliessenden Übergangsmatrix (Abb. 4.6) beschrieben.

$$\begin{pmatrix}
 0 & 0 & p1(1-k) & p2(1-k) & 0 & 0 & 0 & 0 \\
 p3 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\
 0 & p4(1-q) & 0 & 0 & 0 & P4*k & 0 & 0 \\
 0 & 0 & p5(1-q) & p6(1-q) & 0 & 0 & P5*k & P6*k \\
 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & P1(1-q) & P2(1-q) \\
 0 & 0 & 0 & 0 & P3 & 0 & 0 & 0 \\
 0 & p4*q & 0 & 0 & 0 & P4(1-k) & 0 & 0 \\
 0 & 0 & p5*q & p6*q & 0 & 0 & P5(1-k) & P6(1-k)
 \end{pmatrix}$$

Abb. 4.6 Übergangsmatrix zur Entwicklung der Höckerschwanpopulation unter der Annahme, dass die Tiere im Flugjahr keine Nachkommen generieren

Die Parameter p1 und p2 respektive P1 und P2 werden je mit einem Faktor (1 - k) bzw. (1 - q) multipliziert, wobei sich hier q und k entsprechen.

Es wird nun die Entwicklung des Schwänenbestandes bei verschiedenen Werten für den Anteil an Schwänen, der von der einen Region in die andere zieht, also bei verschiedenen Werten für den Parameter q = k betrachtet. Sie wird in der nachfolgenden Grafik ersichtlich.

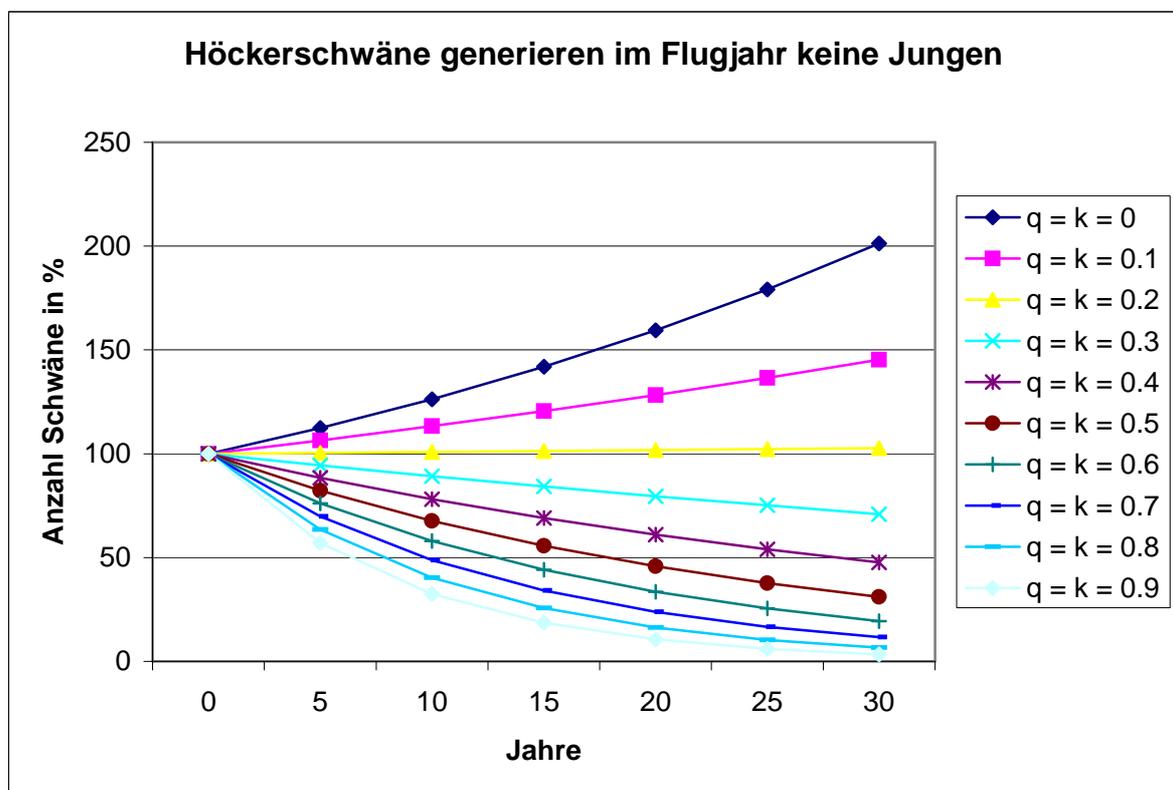


Abb. 4.7 Populationsentwicklung bei der Annahme, dass Höckerschwäne im Flugjahr keine Jungen generieren

Die Entwicklungskurven sehen gleich aus wie jene in Kap. 4.2.1, als die Bestandesregulierung durch Anstechen/Ersetzen von Eiern untersucht wurde. Dies ist leicht nachvollziehbar, denn y % angestochene Eier verursachen einen Ausfall an Nachkommen von derselben Grösse (natürlich auch y %), wie wenn durch Wanderung bedingt y % weniger Höckerschwäne am Brutgeschehen teilnehmen.

Die gerade untersuchte Annahme werde ich bei den weiteren Simulationen mit dem Zwei-Regionen-Modell nicht berücksichtigen. Grund:

Die grundlegende Aussage hinter der Ergänzung, dass Schwäne im Flugjahr keine Jungen kriegen, ist: „Je mehr Schwäne fliegen, desto weniger Jungen kommen auf“.

Ich kann mir jedoch nicht vorstellen, dass dies in der Realität zutrifft. Wie wir in Kapitel 3.2.2.1 gesehen haben, gibt es bei den Höckerschwänen einen weitaus grösseren Anteil an Nichtbrütern als an Brutvögeln. Das ist so, weil Schwäne ein relativ grosses Brutterritorium benötigen und deren Anzahl daher beschränkt ist. Nur erfahrenen und kräftigen Vögeln gelingt es, ein solches erfolgreich zu erobern und zu verteidigen. Ein Schwanenpaar, welches ein Brutgebiet erobern konnte, wird dieses kaum verlassen; es sei denn, es wird durch ein anderes Paar vertrieben oder es hat die Aussicht auf eine noch günstigere Stätte. Brutvögel haben eine stark ausgeprägte Ortstreue, es sind also vor allem Nichtbrüter, die zwischen verschiedenen Regionen umherziehen. Dabei sind die Nichtbrüterpaare stets bestrebt, sich einen Brutplatz anzueignen, wird also einer frei, wird bald ein Nichtbrüterpaar nachrücken.

Alles in allem kann man davon ausgehen, dass durch häufige Wanderungen der Schwäne keine Brutplätze frei bleiben und auch nicht weniger Nachkommen gezeugt werden.

[16]

4.2.4 Bestandesregulierende Massnahmen in einer von zwei Regionen

Geht man davon aus, dass die beiden Regionen und somit auch die Flugbewegungen zwischen ihnen symmetrisch sind, und dass letztere keinen Einfluss auf Reproduktion oder Sterblichkeit haben, so wird der dominante Eigenwert λ_{\max} durch eine Variation des Parameters $q = k$ nicht beeinflusst. Es spielt also für die weitere Entwicklung der in den Gebieten ansässigen Höckerschwanbestände keine Rolle, wie viele Schwäne jährlich umherziehen, sie wird unabhängig davon genau so erfolgen, wie es bereits bei der Arbeit mit dem Eine-Region-Modell evaluiert wurde. Dasselbe gilt auch für den Fall, wenn in beiden Regionen dieselben bestandesregulierenden Massnahmen angewandt werden. Interessant ist aber zu untersuchen, wie sich die Populationen entwickeln, wenn es nicht in beiden, sondern nur in einer Region zur Durchführung von Massnahmen zur Dezimierung des Höckerschwanbestandes kommt.

Es werden deshalb in der Region 1, die unserer Definition nach der Flachseeregion entspricht, nacheinander die Massnahmen des Anstechens von Eiern respektive des Abschusses von Schwänen in derselben Weise durchgeführt, wie es bereits bei der Arbeit mit dem Eine-Region-Modell geschehen ist. In ersterem Fall werden also die Parameter p_1 und p_2 mit einem Faktor $(1 - \text{„Anteil gestochener Eier“})$ und im zweiten Fall die Parameter p_5 und p_6 mit dem Faktor $(1 - \text{„Anteil geschossener Schwäne“})$ multipliziert.

Die Parameter der Region 2 bleiben dabei unverändert.

Weiterhin nehme ich an, dass die zwischen den beiden Regionen stattfindenden Flugbewegungen, trotz der ungleichen Lebensbedingungen in den zwei Gebieten, symmet-

risch bleiben. Und zwar aus dem folgenden Grunde: Einerseits wirken die Eingriffe, die im Flachseegebiet durchgeführt werden, mit Sicherheit vergrärend auf die Schwäne, doch andererseits schaffen eben diese Eingriffe freie Plätze, von welchen die Schwäne der Region 2 angezogen werden.

Für die Grösse von $q = k$ treffe ich eine freie Annahme von 25 %. Einen derart hohen Anteil an wandernden Schwänen (immerhin ein Viertel des Bestandes) leite ich aus der Tatsache ab, dass die von der Ornithologischen Arbeitsgruppe Reusstal erhobenen Daten bezüglich der Bestandesgrösse der Höckerschwanpopulation, auch auf kürzere Zeiträume beschränkt, relativ grosse Schwankungen aufweisen. Dieses Auf und Ab lässt darauf schliessen, dass Höckerschwäne in ihren Flugbewegungen ziemlich aktiv sind.

Aus den getroffenen Annahmen ergeben sich die in den Abb. 4.8 und 4.10 dargestellten Entwicklungen der Gesamtpopulation. Aus den Abb. 4.9 und 4.11 können die zugehörigen Bestandesverteilungen auf Altersklasse und Region entnommen werden.

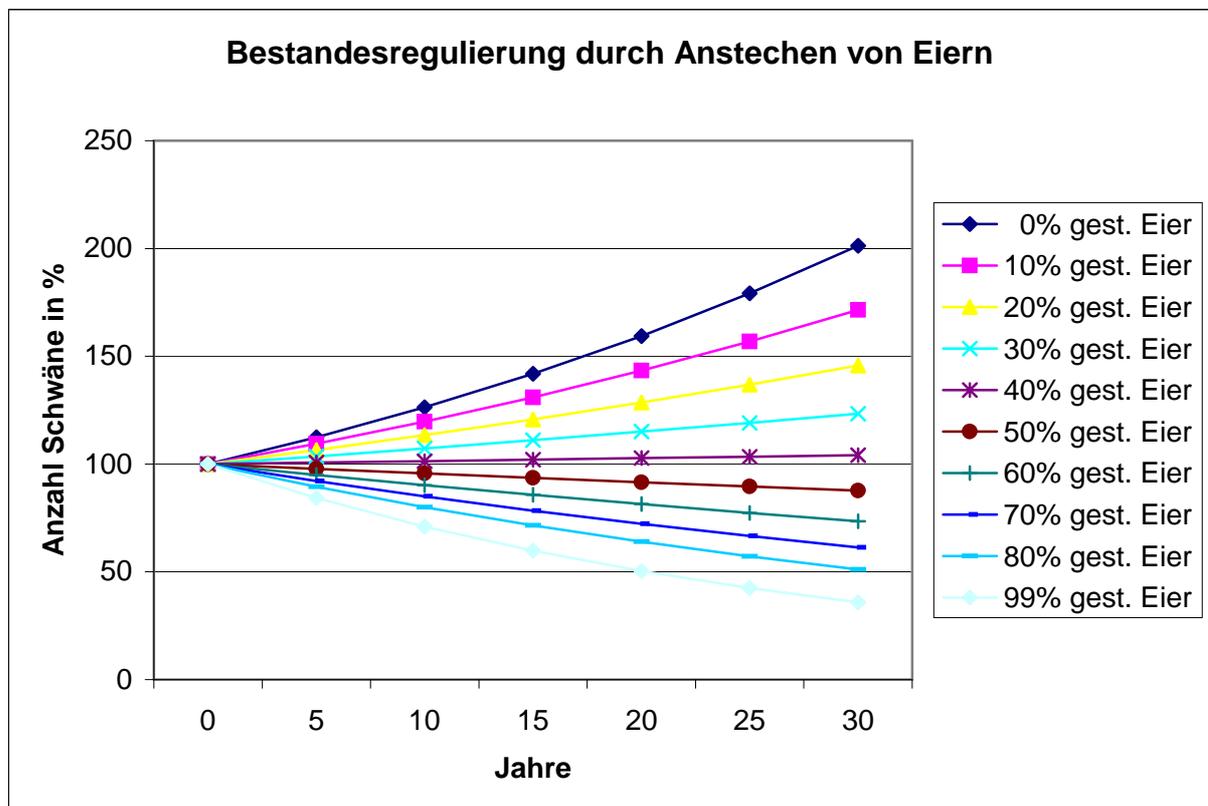


Abb. 4.8 Entwicklung der Gesamthöckerschwanpopulation bei einer Bestandesregulierung durch das Anstechen von Eiern in Region 1

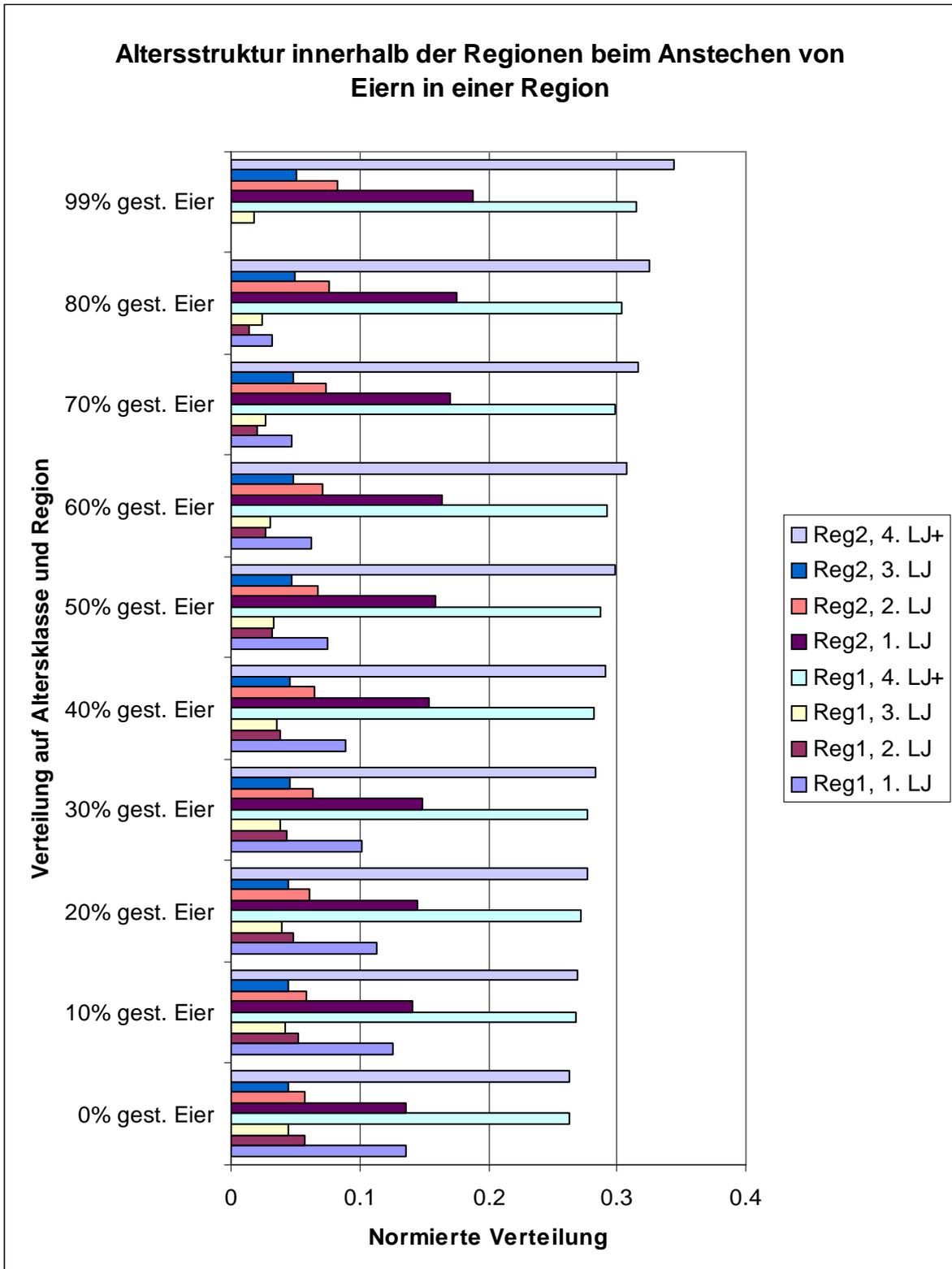


Abb. 4.9 Bestandesverteilung auf Altersklasse und Region bei einer Bestandesregulierung durch das Anstechen von Eiern in Region 1

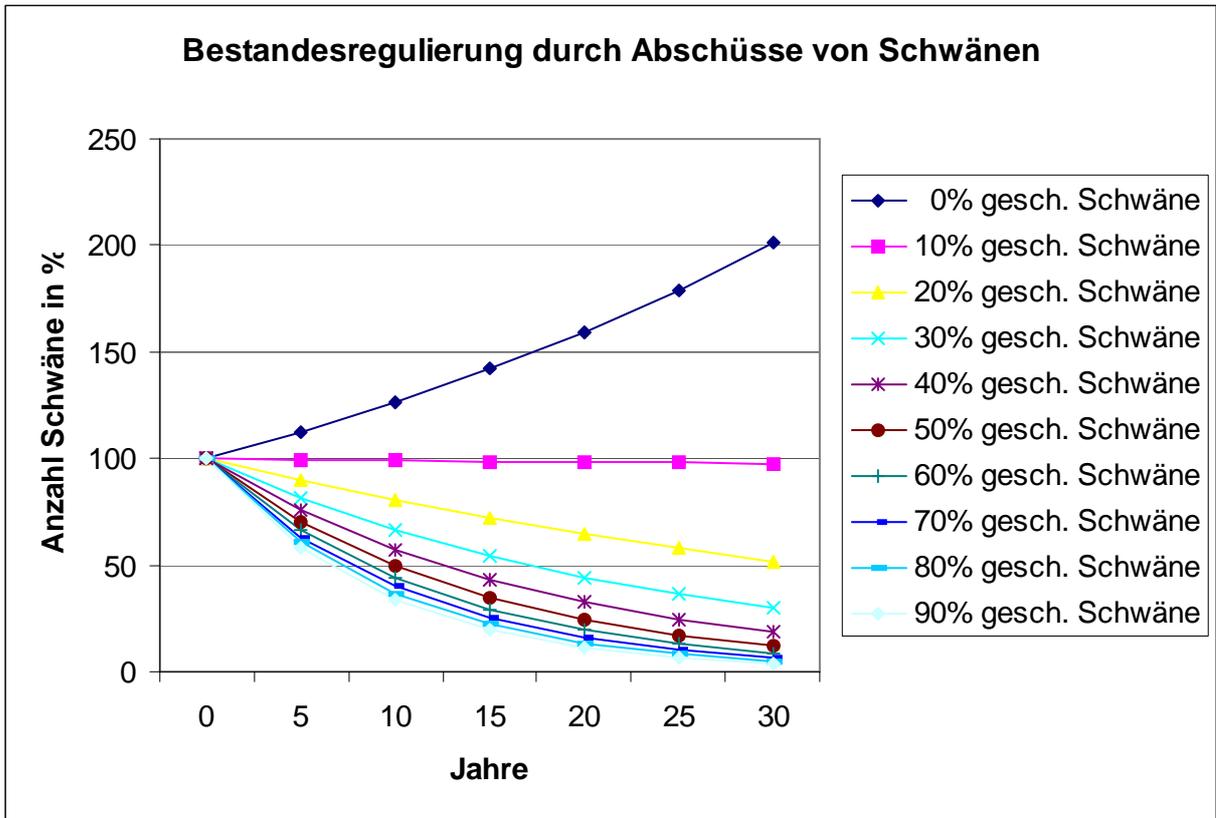


Abb. 4.10 Entwicklung der Gesamthöckerschwanpopulation bei einer Bestandesregulierung durch Abschüsse von Schwänen in Region 1

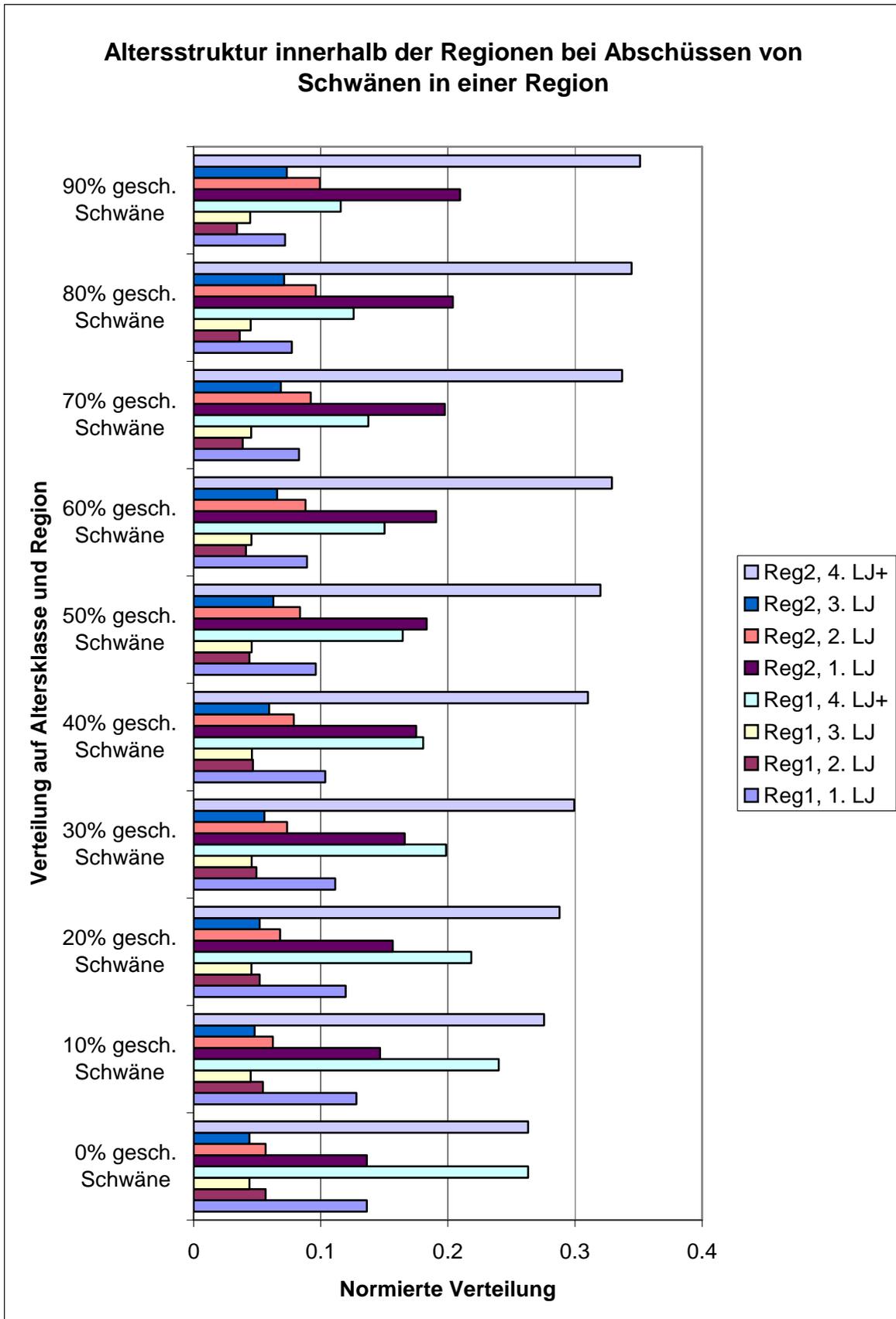


Abb. 4.11 Bestandesverteilung auf Altersklasse und Region bei einer Bestandesregulierung durch Abschüsse von Tieren in Region 1

Fazit: Auch wenn in den zwei Regionen unterschiedliche Lebensumstände herrschen, wird die Entwicklung beider Teilpopulationen langfristig durch λ_{\max} beschrieben. Es ergibt sich lediglich eine Verschiebung der Individuen von Region 1 zu Region 2.

Die Höckerschwanpopulation der Region 2 wird also ‚mitreguliert‘. Zieht man einen Vergleich zwischen den Abb. 4.2/4. 4 (Untersuchung der Massnahmen ‚Anstechen von Eiern/Schiessen von Schwänen‘ anhand der 4 x 4-Leslie-Matrix) und den Abb. 4.8/4.10 (Untersuchung der bestandesregulierenden Massnahmen anhand des Zwei-Regionen-Modells; bestandesregulierende Massnahmen in einer von zwei Regionen), so sieht man deutlich, dass die dezimierende Wirkung der in Region 1 durchgeführten Massnahmen durch den Zu- und Abflug der Höckerschwäne abgeschwächt wird. Will man unter den in diesem Kapitel genannten Bedingungen die gleichen Effekte bezüglich der Bestandesabnahme erzielen, die in den Kap. 4.2.1 und 4.2.2 erreicht wurden, so müssen hier im Vergleich schärfere Massnahmen getroffen werden.

4.3 Diskussion der Resultate I

Laut meinen Simulationen sind verschiedene Szenarien möglich, wie man eine Überpopulation von Höckerschwänen durch bestandesregulierende Massnahmen in den Griff bekommen könnte. Doch beide untersuchten Massnahmen, sowohl das Stechen als auch das Schiessen, haben Vor- und Nachteile, die bei den Simulationen nicht alle zum Ausdruck kommen.

Beginnen wir mit dem Schiessen: Ein klarer Vorteil dieser Massnahme ist es, dass durch sie eine beliebig schnelle und starke Reduktion der Höckerschwanpopulation erreicht werden kann. Vor allem bei gravierenden und dringlichen Problemen ist dies ein Plus. Als ein weiterer Vorteil wäre zu nennen, dass Abschüsse nicht nur als Massnahme zur Bestandesdezimierung, sondern gleichzeitig auch als Vergrämungsaktion wirkungsvoll sind. Roland Koch glaubt, dass durch Vergrämungsmassnahmen mit etwas Glück zumindest kurzfristig gute Effekte erzielt werden können: „Schwäne sind nicht dumm, werden gewisse Tiere geschossen, so lernen die anderen aus diesem Beispiel und weichen auf ein anderes Gebiet aus, welches im Idealfall nicht bewirtschaftet wird.“

Auf die Frage, welche Gefühle er bezüglich dem Abschuss von Höckerschwänen hege, antwortet Josef Fischer: „Ich selbst sehe keinen grossen Unterschied darin, ob ein schwarzer Kormoran, eine Krähe oder eben ein weisser Schwan geschossen wird“. Dem stimme ich zwar zu, doch es ist immer unschön, ein Tier töten zu müssen. Ich persönlich würde es klar bevorzugen, wenn diese Massnahme nicht zum Einsatz käme.

Mit dieser Meinung stehe ich anscheinend nicht alleine da. Welch grosser politischer Druck aus der Bevölkerung gegen Abschüsse des eleganten und beliebten Wasservogels entstehen kann, zeigte die erhitzte Situation im Jahre 2008 beim einmaligen Abschuss von 6 Individuen. Schon aus diesem Grunde wäre es wohl kaum durchsetzbar, über Jahre hinweg einen Anteil von 60 % der Schwäne zu schiessen, wie es beispielweise in Kap. 4.2.2 vorgeschlagen wird.

Kommen wir zum Anstechen der Eier: Auch dieses stellt natürlich einen Eingriff dar, schliesslich werden den Brutvögeln ihre potentiellen Nachfolger genommen. Zudem ist es zur Durchführung dieser Massnahme nötig, mit dem Boot zu den Nestern hinauszufahren, was eine Störung im Naturschutzgebiet bedeutet.

Doch das Stechen bietet gegenüber dem Schiessen den Vorteil, dass es auf weniger Ablehnung in der Bevölkerung stösst: „Das Stechen der Eier löst bei weitem nicht so viele Emotionen aus wie der Abschuss von Tieren. Ein Jäger, der Schwäne abschießt, bleibt

natürlich nicht unbeobachtet, und es ist nun einmal so, dass sich viele Menschen durch den Abschuss von Tieren verletzt fühlen und die Militanz auf Naturschutzseite durch solche Aktionen gefördert wird. Eine Bestandesregulierung im Stillen, wie das Anstechen der Eier, wirbelt bei weitem nicht so viel Staub auf und erzielt meiner Meinung nach langfristig die gleichen Effekte“, sagt Josef Fischer.

Dass durch das Anstechen von Eiern langfristig die gleichen Effekte wie durch Abschüsse erzielt werden können, zeigen auch die durchgeführten Simulationen.

Doch in einem sehr kurzfristigen Rahmen ist eine Dezimierung nicht möglich, man kann lediglich dafür sorgen, dass keine neuen Jungtiere aufkommen. Bei einem langlebigen Tier wie dem Höckerschwan (er erreicht immerhin ein durchschnittliches Alter von 18 Jahren), das jährlich relativ wenige Junge generiert, verhält sich die durch das Anstechen von Eiern erreichbare Dezimierung ziemlich träge und nimmt viele Jahre in Anspruch, bevor sie die gewünschten Ergebnisse beschert. Eine rasche Lösung der Probleme, die durch den Höckerschwan verursacht werden, ist durch das Anstechen von Eiern also nicht möglich.

Zusätzlich ist es so, dass am Flachsee seit vielen Jahren nur sehr wenige Schwanenküken aufgekommen sind und noch weniger die ersten Monate überlebt haben, obwohl der Anteil der an der Brut beteiligten Vögel verhältnismässig hoch lag. Dies ist wohl ein Resultat der innerartlichen Konkurrenz, die bei Höckerschwänen auftritt, sobald zu viele Brüter auf zu kleinem Gebiet leben.

Folglich muss der Grossteil des Anstieges der Höckerschwanpopulation am Flachsee der Zuwanderung und nicht der Reproduktion zugeschrieben werden.

Da das Anwachsen der Population nicht vorwiegend auf dem Aufkommen neuer Jungtiere beruht, liegt es nahe, dass auch eine Bestandesregulierung nur schwerlich durch Eingriffe bei der Reproduktion erreicht werden kann.

Auch noch an dieser Stelle zu erwähnen ist, dass in jedem Fall die Zustimmung des Bundes nötig ist, um bestandesregulierende Massnahmen bei einer geschützten Art wie dem Höckerschwan durchführen zu können. Diese zu erlangen bringt einen grossen Aufwand und eine weitere Verzögerung mit sich.

Beide der untersuchten Massnahmen, sowohl das Schiessen als auch das Stechen, können also nicht vollständig überzeugen.

4.4 Einstellung der Fütterungen

Zu den im vorherigen Kapitel aufgeführten Nachteilen von bestandesregulierenden Massnahmen fügt Dominik Thiel an: „Es scheint paradox, bestandesregulierende Massnahmen durchzuführen, während gleichzeitig das Anwachsen des Bestandes durch massive Fütterungen gefördert wird.“ Diese sind bekanntlich die eigentliche Ursache der Höckerschwanproblematik: Zum einen erhöhen sie die Überlebenschance und Fortpflanzungsrate der Schwäne und zum andern führt das hohe Nahrungsangebot zum Zuzug von Vögeln, was in den letzten Jahren am Flachsee bedeutender für die Bestandesentwicklung der Höckerschwäne war als die Reproduktion.

Es scheint nur logisch, zur Lösung der Höckerschwanproblematik bei deren Ursache anzusetzen. Wir wollen also simulieren, wie die Populationsentwicklung am Flachsee aussehen könnte, wenn dort die Fütterungen eingestellt würden.

Am Flachsee gibt es zwar, anders als in gewissen Städten, keine Rechtsgrundlage für ein Fütterungsverbot und somit auch keine Möglichkeit, Fütterungen zu sanktionieren. Doch ich denke, dass einem Fütterungsverbot durch eine gezielte Informationskampag-

ne Abhilfe geschaffen werden könnte. Wissen Tierfreunde, dass sie den Wasservögeln durch Fütterungen mehr schaden als dienen, so werden sie diese einstellen. Und auch Leute, die den Flachsee als Altbrotentsorgungsstelle nutzen, werden wohl nicht die Dreistigkeit besitzen, diese Tätigkeiten neben Informationstafeln über die Höckerschwanproblematik fortzusetzen.

Es stellt sich nun die Frage, auf welche Parameter sich eine Einstellung der Fütterungen im Flachseegebiet auswirken würde.

Einerseits ergeben sich Auswirkungen auf die p-Parameter der Flachseeregion. In Kapitel 3.2.2.2 wurden mit der Begründung eines mildereren Klimas und eben der Fütterung der Schwäne alle p-Parameter vergrössert. Dieser Vergrösserungsfaktor wird nun etwas zurückgesetzt. Würde die Entwicklung der Höckerschwanpopulation in einem geschlossenen System betrachtet, so würden diese ‚neuen‘ p-Parameter einem λ_{\max} entsprechen, der sehr nahe bei eins liegt, konkret bei einem Näherungswert von 0.9992. Dies ist bewusst so gewählt, weil in Regionen, in welchen nicht gefüttert wird, eine funktionierende Selbstregulierung des Höckerschwanbestandes existiert. Darauf wird später noch eingegangen.

Ausserdem würde eine Einstellung der Fütterungen sicherlich die Flugbewegungen der Schwäne, also die Parameter q und k beeinflussen. Denn diese Massnahme entzöge vielen Höckerschwänen am Flachsee die Nahrungsgrundlage, und förderte somit deren Abwanderung aus dem Gebiet. Kurzfristig könnte sich die Situation zwar so entwickeln, dass die Schwäne zur Nahrungssuche verstärkt auf landwirtschaftliche Kulturen ausweichen. Doch spätestens im Winter, wenn an Land nur noch sehr wenig Futter zu holen ist, und die Schwäne sich auf die Ressourcen des Flachsees selber beschränken müssen, werden die fehlenden Fütterungen einen Teil der Schwänenpopulation zum Abflug zwingen.

Ich treffe die Annahme, dass so lange jährlich 30 % der Schwäne aus dem Flachseegebiet auswandern ($q = 0.3$), bis ein Bestand erreicht wird, der durch die natürlichen Ressourcen des Flachsees ernährt werden kann, ohne zusätzlich die Nahrung der umliegenden Felder in Anspruch nehmen zu müssen. Weiterhin gehe ich davon aus, dass während dieser Zeitspanne keine Schwäne ins Flachseegebiet zuwandern, dass also $k = 0$ gilt.

Als Wert, bei welchem es im Flachseegebiet keine Konflikte zwischen Höckerschwan und Bauern gibt, wird wieder die schon früher verwendete Grösse von 17 Individuen festgesetzt.

Das Ziel ist es nun, die Entwicklung der Höckerschwanpopulation des Flachsees unter den oben genannten Bedingungen zu untersuchen. Hier sollen also die Entwicklungen der einzelnen Regionen getrennt betrachtet werden. Damit dies möglich ist, wird ein ‚Trick‘ angewendet:

Es wird ein fiktiver Zustandsvektor z_0 mit acht Zellen gebildet, dessen erste vier Zellen der Flachseeregion und dessen übrige vier Zellen der Region 2 entsprechen. Dieser wird jetzt mit verschiedenen Potenzen der Übergangsmatrix LM2 multipliziert. Da wir die Entwicklung über die nächsten 30 Jahre betrachten möchten, werden als Exponenten alle natürlichen Zahlen von eins bis 30 verwendet. Man erhält $LM2 \times z_0 = z_1$, $LM2^2 \times z_0 = z_2$, $LM2^3 \times z_0 = z_3$, ..., $LM2^{30} \times z_0 = z_{30}$. Wenn man nun die Summe der ersten vier Zellen des Vektors z_1 durch die Summe der ersten vier Vektorzellen von z_0 teilt, erhält man einen Wert für das Wachstum, welches sich im Flachseegebiet während eines Jahres zuträgt. Bei den weiteren Zustandsvektoren $z_2 - z_{30}$ wird dieselbe Vorgehensweise gewählt, z_2 liefert dann das Wachstum während zwei Jahren, z_3 jenes während drei Jahren, etc.. Um

zu den Werten zu gelangen, welche die Entwicklung in der Region 2 beschreiben, wird analog vorgegangen.

Die Populationsentwicklungen in den einzelnen Regionen könnten unter der Bedingung, dass die Fütterungen am Flachsee eingestellt werden, folgendermassen aussehen:

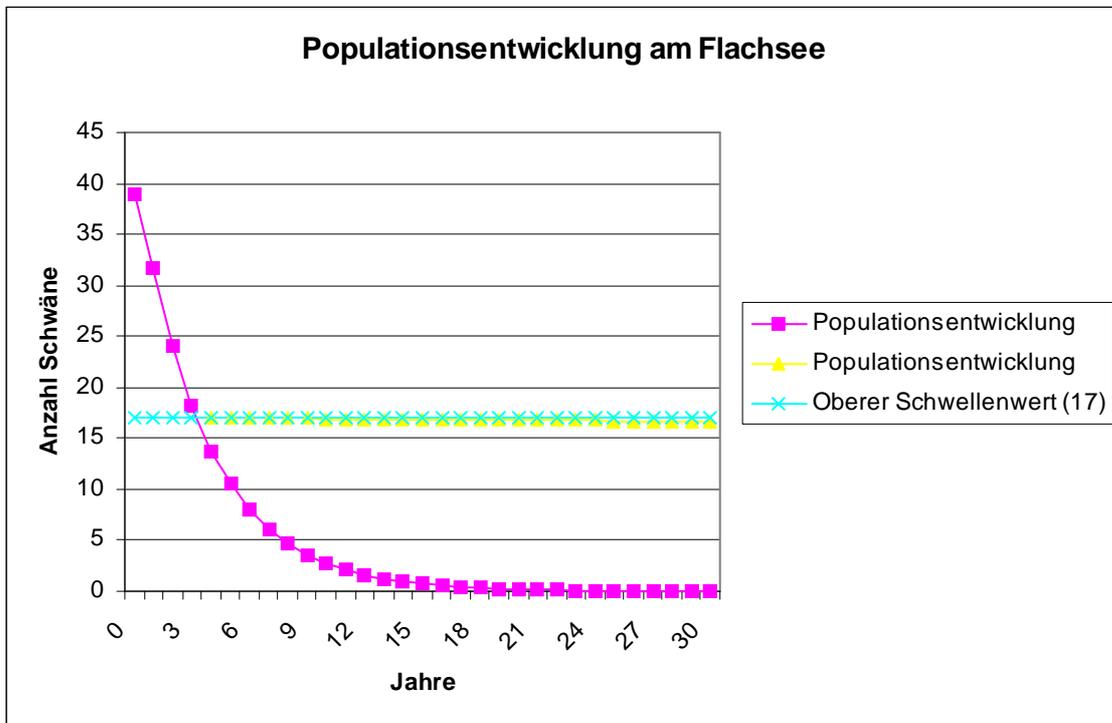


Abb. 4.12 Keine Fütterung am Flachsee, Korrektur beim Erreichen des Schwellenwertes auf Charakteristik des geschlossenen Systems mit $\lambda_{\max} = 0.9992$

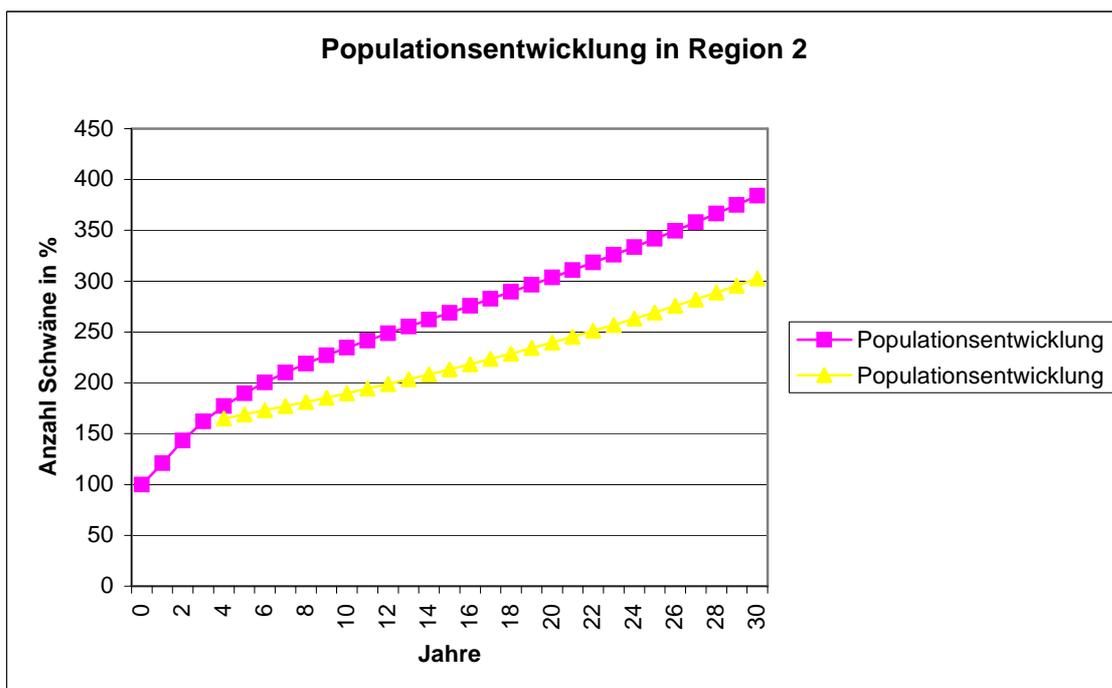


Abb. 4.13 Region 2 mit Fütterung, Korrektur auf geschlossenes System mit $\lambda_{\max} = 1.0236$ nach Wegfall des Zuzuges aus der Flachseeregion

In beiden Grafiken beschreibt die rosarote Kurve die langfristige Entwicklung der Höckerschwanpopulation bei $q = 0.3$ und $k = 0$. Wir nehmen an, dass diese Entwicklung nur so lange aufrecht erhalten wird, bis in der Flachseeregion ein Bestand von 17 Schwänen erreicht wird. Fortan wird die Wanderung zwischen den Regionen keinen Einfluss mehr auf die Anzahl der Tiere pro Region haben, da sich von nun an im Flachseegebiet stets eine durch die natürlichen Ressourcen beschränkte Anzahl an Schwänen (eben 17 Individuen) aufhalten wird. Also wird sich die Populationsentwicklung in den zwei Gebieten von diesem Zeitpunkt an analog derjenigen in einem geschlossenen Systemen verhalten, wobei für das Flachseegebiet $\lambda_{\max} = 0.9992$ und für die Region 2 $\lambda_{\max} = 1.0236$ gilt. Diese weiteren Entwicklungen entsprechen in den oben gezeigten Grafiken den gelben Kurven.

4.5 Diskussion der Resultate II

Es scheint die ideale Lösung gefunden worden zu sein. Wenn die Annahmen bezüglich der Entwicklung des Höckerschwanbestandes im Flachseegebiet bei Einstellung der Fütterung zutreffen, heisst das, dass die Konfliktsituation zwischen Mensch und Schwan innerhalb weniger Jahre durch Abwanderung behoben wird und sich die Population fortan in unserem Wunschbereich bewegt.

Natürlich könnte man argumentieren, dass dies nur eine Problemverlagerung von der einen Region in eine andere ist. Doch in der Realität wird sich der Überschuss an Höckerschwänen aus dem Flachseegebiet wohl kaum auf eine einzige, sondern auf mehrere Regionen verteilen.

Wie wir schon vorher erfahren haben, bewegt sich die Gesamtpopulation der Höckerschwäne in der Schweiz auf einem konstanten Niveau. In Gebieten, in welchen nicht gefüttert wird, gibt es eine Selbstregulierung der Vögel über die Grösse der Brutterritorien. Gibt es in einem Gebiet zu viele Schwäne für die vorhandenen Brutplätze, so wird die innerartliche Konkurrenz so gross, dass die Schwäne im ständigen Kampf die Brutfürsorge vernachlässigen.

4.6 Empfehlungen

Ich halte eine Informationskampagne zur Einstellung der Fütterungen für den besten Weg, die Höckerschwanproblematik am Flachsee anzugehen. Im Zuge derer könnte man Tafeln aufstellen und in lokalen Zeitungen durch Anzeigen und Artikel auf das Problem aufmerksam machen.

Natürlich ist es möglich, dass die wunschgemässe Entwicklung der Höckerschwanpopulation nicht so glatt verläuft, wie uns die Simulationen glauben machen möchten.

Beispielsweise wird es wohl Leute geben, welche die Aufforderung zur Beendigung der Vogelfütterungen missachten, oder unvorhersehbare ökologische Veränderungen könnten der gewünschten Dezimierung der Höckerschwanpopulation entgegenwirken.

In diesen Fällen kann eine zusätzliche Anwendung von bestandesregulierenden Massnahmen notwendig werden.

Ich finde, man sollte dem Anstechen von Eiern den Vorrang geben, da mir diese Massnahme weniger brutal erscheint und auch allgemein auf weniger Ablehnung stösst.

Zum Abschuss von Tieren würde ich nur im Notfall greifen, also nur, wenn die Einschränkungen der Fütterungen und das Anstechen von Eiern gemeinsam keine genügend starke Wirkung zeigen. Doch dies halte ich für ziemlich unwahrscheinlich.

5 Massnahmenplan des BVU und die Situation am Flachsee im Herbst 2009

5.1 Einleitung

Vom kantonalen Departement Bau, Verkehr und Umwelt, Abteilung Wald, Sektion Jagd und Fischerei wurde ein detaillierter Massnahmenplan zum Vogelmanagement am Flachsee entwickelt. Erste Massnahmen des Planes wurden mit dem Aufstellen von Informationstafeln (Abb. 5.1) bereits im Dezember 2008 getroffen, seine endgültige Form erhielt er Anfang dieses Jahres.



Abb. 5.1 Informationstafeln bei der Rottenschwiler Brücke. Nicht nur Schwäne, sondern auch Graugänse verursachen Schäden auf landwirtschaftlichem Nutzgebiet.

Wie dieser Massnahmenplan genau aussieht, wie bei seiner Erarbeitung vorgegangen wurde, was für Massnahmen bislang umgesetzt wurden, welche Auswirkungen diese hatten und weitere Informationen zur allgemeinen Situation am Flachsee im Herbst 2009 sind in den folgenden drei Interviews zu finden.

5.2 Interview mit Dr. Dominik Thiel, Biologe und Mitarbeiter des BVU

Dominik Thiel hat an der Uni Zürich Biologie studiert und anschliessend in Zusammenarbeit mit der Vogelwarte Sempach eine Doktorarbeit über die Stressphysiologie von Auerhühnern geschrieben. Seit deren Beendigung arbeitet er beim BVU, Abteilung Wald.

An der Erarbeitung des Massnahmenplans zum Umgang mit Höckerschwan und Graugans war er massgeblich beteiligt.

Sie haben auf Anfang dieses Jahres hin einen Massnahmenplan in Bezug auf die Höckerschwan- und Grauganspopulation im Reusstal entwickelt. Was gab den Auslöser dazu?

Entfacht wurde das Ganze durch die Reklamationen der Bauern, deren Land durch die Schwäne abgefressen und verkotet wurde. Da wir die entsprechende Vollzugsstelle bei Problemen mit einheimischen Säugetieren und Vögeln sind, gelangte diese Meldung zu uns. Wie weiter also? Im Frühjahr 2008 haben wir das Abschliessen von sechs Schwänen im Sinne einer Vergrämungsaktion angeordnet. Dies führte zu einem grossen Aufruhr in der Bevölkerung; wir bekamen Drohungen und ca. 130 E-Mails und Briefe. Dieser Aufstand war dann der Auslöser für die Entscheidung, einen Massnahmenplan zu erarbeiten, durch welchen wir uns Akzeptanz sowohl bei den Betroffenen als auch bei der Bevölkerung erhofften.

Wie sieht dieser genau aus? Was ist bereits geschehen?

Überall da, wo eine Überpopulation einer geschützten Art wie dem Höckerschwan oder der Graugans existiert, besteht der erste Schritt darin, dass man die Fütterungen einschränkt. Das Problem am Flachsee Unterlunkhofen ist ja erst durch Fütterung entstanden: Dieses Gebiet ist ein beliebter Erholungsraum für Spaziergänger. Vielerorts entstanden grosse Futterstellen, an welchen manchmal ganze Säcke und Körbe voller Brot, Mais und Getreide ins Wasser gekippt wurden. Das grosse Nahrungsangebot führte dann zu einer starken Konzentration der Vögel im Flachseegebiet.

Der zweite Schritt sind Wildschadenverhütungsmassnahmen. Ein Beispiel dafür ist die Montage von Bändern auf den Feldern, die dann im Winde flattern und so die Vögel verschrecken.



Abb. 5.2 Dominik Thiel an seinem Arbeitsplatz in Aarau

Der nächste Punkt ist die Wildschadenvergütung, also die Abgeltung von erheblichen, durch Höckerschwan oder Graugans verursachte Schäden.

Eine weitere Massnahme sind Einzelabschüsse. Grundsätzlich ist dies bei geschützten Arten verboten, doch die Sektion Jagd und Fischerei darf den Abschuss einzelner Schaden stiftender Vögel bewilligen, wenn dadurch eine deutliche Verbesserung der Wildschadensituation wahrscheinlich erscheint.

Führen all diese Massnahmen nicht zum gewünschten Erfolg, wird eine Bestandesregulierung durchgeführt. Für eine solche ist die Zustimmung des BAFU nötig.

Das ganze Vorgehen lässt sich in drei Stufen einteilen: Zuerst werden eine Einschränkung der Fütterungen und Massnahmen zur Wildschadenverhütung durchgeführt, dann kommen die Wildschadenvergütung und Einzelabschüsse ins Spiel, und schliesslich wird eine Bestandesregulierung in Betracht gezogen.

Im Moment sind wir daran, die erste Stufe umzusetzen. Seit dem letzten Dezember stehen Tafeln am Flachsee, welche die Leute dazu auffordern, die Schwäne nicht mehr zu füttern. Diese Massnahme war bereits sehr erfolgreich, viele Vögel sind abgewandert, der Höckerschwanbestand hat massgebend abgenommen.

Dazu kommt, dass wir vor kurzem einen Wildhüter für das Gebiet anstellen konnten. Das wäre eigentlich schon lange notwendig gewesen, da der Bund die Auflage stellt, dass es in einem Wasser- und Zugvogelreservat eine professionelle Aufsicht geben muss. Roland Koch arbeitet nun seit letztem Frühling am Flachsee. Dies ist sehr wichtig, denn nun haben die Bauern vor Ort einen direkten Ansprechpartner. Im Problemfall hängt dieser dann Bänder auf oder nimmt, natürlich mit Bewilligung, Einzeltierabschüsse vor. Einzelabschüsse kommen im Moment bei den Gänsen, nicht aber bei den Schwänen vor.

Die beiden ausstehenden Massnahmen, also Wildschadenvergütung und Bestandesregulierung, müssen wir im Moment nicht in Betracht ziehen.

Die Situation wird sich vermutlich im März/April 2010, also wenn das erste Grün spriesst, wieder etwas verschärfen. Dann nämlich werden die Vögel vermehrt das Naturschutzgebiet Flachsee verlassen und die Felder der Landwirte bevölkern.

Dieses Frühjahr gab es relativ wenige Probleme, doch vor zwei Jahren hatten wir grosse Tumulte.

Wie sind Sie bei der Erarbeitung des Massnahmenplanes vorgegangen?

An diesem haben wir ziemlich lange gearbeitet. Bald haben wir gemerkt, dass die Diskussion des Konfliktes mit grossem politischen Druck verbunden ist: Verschiedene Gemeinden haben sich bei uns gemeldet und auch die Reusstalkommission hat sich beschwert. Deshalb haben wir uns für einen partizipativen Prozess entschieden, wir haben also alle Partner gemeinsam an einen Ort gebracht. Mehrfach haben wir den Bauernverband, den Tierschutz, den Vogelschutz, die Reusstalkommission und die kantonale Naturschutzfachstelle, also alle Betroffenen, an einen gemeinsamen Tisch eingeladen und das Thema in die Runde geworfen. Dann haben wir zusammen versucht, Lösungen zu finden. Den Massnahmenplan haben schlussendlich wir vom Department für Bau, Umwelt und Verkehr geschrieben, doch immer unter Rücksprache mit all diesen Verbänden. Dass so viele Parteien involviert waren, ist auch der Grund dafür, dass der ganze Prozess so lange dauerte. Doch wir können jetzt sagen, dass dieser Plan von allen Institutionen getragen wird und auch bei der Bevölkerung haben wir Akzeptanz gefunden.

Welche Überlegungen führten zu den einzelnen Massnahmen?

Wir sind natürlich nicht die ersten, die mit einem solchen Problem konfrontiert wurden. Also erkundigte ich mich zuerst bei den Nachbarkantonen und im benachbarten Ausland nach Erfahrungen mit ähnlichen Konflikten. In Norddeutschland und Holland sind Höckerschwäne und Gänse beispielsweise ein grosses Thema; in diesen Gebieten überwintern Tausende von diesen Vögeln. So gelangte ich zu ersten Anhaltspunkten durch Broschüren und Gespräche.

Dann gelten verschiedene Grundsätze, wie z.B. der, dass sich die Häufigkeit und Verbreitung von Wildtieren zu 90 % über das Nahrungsangebot erklären lassen. Am Flachsee werden Tonnen von Brot, Mais und Getreide verfüttert, also beschlossen wir, dass man als erste Massnahme bei diesem Punkt ansetzen muss.

Die Massnahmen beruhen also auf einer Kombination aus Erfahrungen, die in vergleichbaren Situationen gesammelt wurden und aus Leitsätzen des Wildtiermanagement, verbunden mit eigenen Überlegungen.

Die dritte Stufe des Massnahmenplans sieht eine Bestandesregulierung vor. Es gibt Populationsmodelle, anhand von welchen Annahmen über bestandesregulierende Massnahmen getroffen werden können. Arbeiten Sie mit mathematischen Modellen?

Nein. Ich weiss, dass solche Populationsmodelle an Universitäten und der Vogelwarte Sempach in Zusammenarbeit mit der Fachhochschule Wädenswil genutzt, entwickelt und getestet werden. Doch wir sind kein Forschungsinstitut, wir arbeiten mit einfachen, generell geltenden Erkenntnissen, brauchen einfache Lösungsansätze für die Praxis. Wie gesagt, benötigt man, um bei einer geschützten Art bestandesregulierende Massnahmen durchführen zu können, erst einmal die Zustimmung des BAFU. Und für Fragen wie diese, wie viele Schwäne denn allenfalls geschossen werden dürfen, gibt es auch Vorgaben vom Bund.

Voraussichtlich wird es in naher Zukunft ohnehin kein Thema sein, eine Bestandesregulierung beim Höckerschwan vorzunehmen.

Ich war dieses Jahr mehrere Male am Flachsee und konnte nie mehr als 15 Höckerschwäne und überhaupt keine Jungtiere beobachten - eine direkte Folge des Massnahmenplanes?

Wie bereits erwähnt, gibt es dank den Tafeln zur Einschränkung der Fütterungen deutlich weniger Schwäne am Flachsee.

Es stimmt auch, dass keine Jungen aufgekommen sind, obwohl fünf oder sechs Paare gebrütet haben. Dies hat uns erstaunt, denn dieses Jahr wurden erstmals keine Eier mehr gestochen. Es hat also eine natürliche Regulierung stattgefunden. Ich vermute, dass durch die Konkurrenzsituation unter den Schwänen so viel Energie darauf verwendet wurde, sich gegenseitig aus den jeweiligen Brutterritorien zu vertreiben, dass die Tiere dem Brüten zu wenig Aufmerksamkeit schenken. Das Territorial- und Sozialverhalten einer Art beeinflusst ihr Populationswachstum stark. Ausserdem haben wahrscheinlich Füchse einen Teil der Eier gefressen.

Sie haben das Anstechen von Eiern erwähnt. Es wurden am Flachsee früher also doch schon einmal bestandesregulierende Massnahmen vorgenommen?

Während der letzten zehn bis zwanzig Jahre wurde jedes Frühjahr ein grosser Anteil der Schwaneneier von der 'Ornithologischen Arbeitsgruppe Reusstal' gestochen. Als der Hö-

ckerschwan neuerdings so viel Aufmerksamkeit bekam, wurde diese Massnahme juristisch abgeklärt und festgestellt, dass man nicht die Befugnis hat, eine Bestandesregulierung bei einer geschützten Art vorzunehmen, schon gar nicht in einem Wasser- und Zugvogelreservat.

Nachdem man nun dieses Jahr erstmals gar keine Eier stach, passierte nicht, was man vermutete, nämlich dass auffallend viele Schwanenküken aufkommen würden, sondern es schlüpfte eben kein einziges. Nach nur einem Jahr Erfahrung ist es jedoch noch zu früh, um aussagekräftige Folgerungen zu schliessen.

Was erschwert Ihre Arbeit?

Menschen mit Pauschalablehnungen oder Haltungen wie 'wir selbst wissen sowieso alles besser', bei denen man mit Fachargumenten nicht weiter kommt. Beim Wildtiermanagement betrachtet man zwei Aspekte, nämlich den biologischen Hintergrund und den Menschen. Meistens ist der Mensch das Problem, so auch am Flachsee: Der Mensch ist sowohl die Ursache dafür, dass es zu viele Schwäne gibt, als auch dafür, dass Schäden entstehen, weil er im Lebensraum der Wildtiere Kulturpflanzen anbaut.

Die menschliche Psychologie spielt bei meiner Arbeit eine grosse Rolle. Weil der weisse Schwan ein bei uns sehr beliebtes Tier ist, ja fast schon als heilig angesehen wird, haben wir mit einem immensen Aufwand ein komplexes Konzept entwickelt, welches auf möglichst grosse Akzeptanz stossen sollte, obwohl der rein ökonomische Schaden, welcher durch den Höckerschwan verursacht wird, relativ klein ist, er liegt im Aargau bei einigen hundert bis 4000 Franken jährlich. Das Wildschwein hingegen führte im letzten Jahr Verluste von einer halben Million Franken herbei, doch der Aufwand, der in diesem Fall betrieben wird, ist nur unwesentlich grösser.

Oft ist meine Arbeit nicht durch die Wildtiere, sondern die Bedürfnisse und Probleme der Menschen bezüglich der Wildtiere geprägt.

Andermorts in der Schweiz existieren ähnliche Probleme mit dem Höckerschwan...

Genau, in Solothurn um Altreu beispielsweise, wo zeitweise bis zu 100 Schwäne gleichzeitig Wiesen durch Verkotung und Abfrass verunstalten. Und in Bern findet man dieselbe Situation am Bielersee vor. Auch in Städten gibt es Probleme, man fürchtet sich vor aggressiven Schwänen und vor der Übertragung von Krankheiten. Schwäne sind überall ein heikles Thema.

Könnte der Massnahmenplan auch auf andere Regionen angewendet werden?

Natürlich, dies wird auch angestrebt. Mit dem Hallwilersee zum Beispiel haben wir im Aargau ein weiteres Gewässer, welches von vielen Schwänen besiedelt wird; auch dort wollen wir unser Konzept umsetzen. Im Moment führen wir Diskussionen mit dem Verein 'Schwanenkolonie Hallwilersee', einem über hundertjährigen Verband, welcher die Höckerschwäne füttert, pflegt, beringt, zählt und Eier sticht. Ihnen ist es auch zu verdanken, dass aus dem Hallwilerseegebiet keine Reklamationen von Landwirten zu uns dringen, denn sobald Schwäne Schäden anrichten, stellen sie Zäune auf, sprechen mit den Bauern und haben sie auch schon entschädigt. Der Verein möchte seine Tradition beibehalten, doch dagegen haben wir drei Einwände: Erstens sind Schwäne geschützte Wildtiere, die nicht wie Zootiere gehalten werden sollen, zweitens haben wir beim Eierstechen, für welches ja eigentlich die Zustimmung des Bundes nötig wäre, ein rechtliches Prob-

lem, und drittens nehmen wir an, dass es ohne Fütterungen am Hallwilersee nur halb so viele Schwäne gäbe. Eine grosse Schwanenpopulation am Hallwilersee beeinflusst auch andere Gebiete, da der Schwan als Wildtier umherfliegt und in andere Regionen abwandern kann.

Wir haben nun auch ein Konzept für den ganzen Kanton erarbeitet. Am besten wäre natürlich, wenn man in der ganzen Schweiz einheitlich vorgehen würde, vielleicht ist dies längerfristig möglich.

5.3 Interview mit Roland Koch, Reservatsaufseher des Schutzgebietes am Flachsee

Roland Koch arbeitet hauptberuflich als Rettungssanitäter beim Kantonsspital Baden. Zudem ist er seit dem März dieses Jahres als Wildhüter des Wasser- und Zugvogelreservates am Flachsee tätig und hat die Entwicklung der Höckerschwanpopulation in den letzten Monaten hautnah miterlebt.

Sie sind Reservatsaufseher des Wasser- und Zugvogelreservates am Flachsee. Wie gelangten Sie zu dieser Aufgabe?

Ursprünglich habe ich eine klassische Jagdausbildung gemacht. Als anfangs Jahr vom Departement Bau, Verkehr und Umwelt, Abteilung Wald, Sektion Jagd und Fischerei diese 20 %-Stelle als Reservatsaufseher ausgeschrieben war, habe ich mich beworben und wurde gewählt. Seit dem März bin ich mehrmals wöchentlich zu Fuss oder auch mit Velo und Auto im Schutzgebiet zwischen dem Stauwehr in Bremgarten und der Rotenschwiler Brücke unterwegs.



Abb. 5.3 Roland Koch im Einsatz am Flachsee

Wissen Sie, was den Ausschlag gegeben hat, die Stelle gerade zu diesem Zeitpunkt auszuschreiben?

Es gibt eine Auflage vom Bund, die besagt, dass es in jedem Naturschutzgebiet einen professionellen Wildhüter geben muss. Dies war bis anhin im Flachseegebiet nicht der Fall; um akute Probleme haben sich jeweils Mitglieder der umliegenden Jagdgesellschaften gekümmert. Ausschlaggebend für die Besetzung des Wildhüterpostens war sicherlich die durch Höckerschwan und Graugans generierten Probleme. Ich denke, dadurch wurde man sich bewusst, dass die Notwendigkeit einer Person, die sich vor Ort solcher Probleme annimmt und Massnahmen umsetzt, wirklich besteht.

Halten Sie die von der Sektion Jagd und Fischerei aufgesetzten Massnahmen denn für sinnvoll?

Ja, sie leuchten mir ein. Nur schon auf die Tafeln, welche die Bevölkerung bitten, nicht mehr zu füttern, gab es ein extrem positives Echo. Ich glaube, dass die Schwäne untereinander stark kommunizieren, erzählen, wenn irgendwo viel Futter vorhanden ist. Gera-

de Nichtbrüter, welche nicht an ein bestimmtes Territorium gebunden sind, ziehen zwischen verschiedenen Gebieten umher, gehen immer dorthin, wo sie das beste Nahrungsangebot finden.

Wie sind Sie bisweilen vorgegangen?

Zu Beginn habe ich mich allen Bauern, die rund um den Flachsee Landwirtschaftsfläche besitzen, vorgestellt und gehe seither einmal im Monat bei ihnen vorbei, um mich zu erkundigen, ob alles in Ordnung ist. Sie wissen auch, dass sie mich bei dringlichen Problemen anrufen können. Soweit haben wir ein gutes Einvernehmen, die Bauern machen mit.

Zudem habe ich zwischen Flachsee und landwirtschaftlich genutzten Feldern als Schadenverhütungsmassnahme einige Elektrozäune aufgestellt, da solch kurze Strecken von den Schwänen zu Fuss zurückgelegt werden. Die Zäune erzielen meiner Meinung nach ziemlich gute Erfolge.

Und wenn mir bei meinen Rundgängen Schwäne auf Feldern auffallen, vertreibe ich sie natürlich. Vergütungen oder Abschüsse sind im Moment nicht nötig.

Wie sieht Ihre Prognose für die Zukunft aus?

Bis zum Frühjahr werden sicherlich keine Probleme auftauchen, da das Gras von Ende Herbst bis Ende Winter von den Bauern gar nicht genutzt wird. Im Frühling, wenn neues Gras spriesst, wird es wahrscheinlich wieder einige Scherereien geben. Dann werden wir sehen, ob wir im nächsten Jahr mit den gleichen Massnahmen dieselben positiven Ergebnisse wie dieses Jahr erzielen können.

5.4 Interview mit Hugo Abt, Landwirt in Rottenschwil

Hugo Abt führt einen landwirtschaftlichen Betrieb in Rottenschwil. Seit vielen Jahren richten Höckerschwäne auf seinem Land Schäden an.

Lange Zeit hatten Sie grosse Probleme mit dem Höckerschwan. Was haben Sie dagegen unternommen? An wen haben Sie sich gewendet?

Ganz zu Beginn, noch im Jahre 1996, haben wir versucht, die Schwäne selbst von unserem Land wegzuscheuchen. Dies hat überhaupt nicht funktioniert, wir konnten sie nicht dazu bringen, wegzufiegen. Die Schwäne sind uns einfach ausgewichen und haben ein paar Meter daneben weitergefressen. Dadurch, dass sie am Flachsee laufend Leute um sich haben, sind sie richtig handzahn geworden. Später haben wir Pfähle gesetzt und Düngersäcke darüber gesteckt, die dann permanent auf den Feldern draussen geblieben sind. Dies hat die Schwäne



Abb. 5.4 Hugo Abt auf seinem Hof

dann vielleicht einen Tag von unserem Land ferngehalten, doch am nächsten Tag sind sie dann schon wieder seelenruhig zwischen den Pflöcken hindurchspaziert. Als die Schäden enorme Ausmasse annahmen, haben wir uns schliesslich an Josef Fischer von der Stiftung Reusstal gewandt. Dieser verstand die Problematik und hat uns auch ernst genommen, doch hatte er keine Kompetenz, direkt Massnahmen zu ergreifen. Er hat dann unser Anliegen an die entsprechende Vollzugsstelle in Aarau weitergeleitet.

Wie ging es dann weiter?

In der ersten Phase ist nicht viel passiert; es hiess, es könne noch Monate dauern, bis alles abgewickelt sei. Im Frühjahr 2008 wurden dann auf Anordnung des BVU sechs Schwäne geschossen. Gelöst wurde das Problem dadurch nicht, doch es gab insofern eine deutliche Verbesserung, dass die Schwäne sehr viel vorsichtiger geworden sind. Obwohl es eigentlich immer noch so war, dass, wenn die Vögel erfolgreich von einer Kultur vertrieben worden waren, sie auf eine andere Kultur wechselten und schlussendlich bei dem Bauer blieben, welcher sie am wenigsten störte.

Vor allem haben die sechs Abschüsse dadurch weitergeholfen, dass sie dem Höckerschwanproblem enorme Aufmerksamkeit verschafften: Das Thema wurde von den Medien aufgegriffen und von Seiten der Bevölkerung gab es grosse Wellen der Empörung. Danach ist es dann auch in Aarau vorwärts gegangen.

Hatten Sie persönlich auch Probleme mit den Medien oder mit Reaktionen aus der Bevölkerung?

Die Medien haben mir keine Schwierigkeiten bereitet, da war ich aber auch extrem vorsichtig, weil ich gemerkt habe, wie heikel das Thema ist. Ich glaube andere hatten da grössere Probleme.

Mit Spaziergängern, die den Flachsee besuchen, kann man schlicht und einfach nicht über unser Problem mit den Höckerschwänen diskutieren. Sie kommen vielleicht alle zwei Wochen einmal für zwei Stunden an den Flachsee. Es interessiert sie nicht, dass der Schwan landwirtschaftliche Schäden verursacht, sie wollen einfach, dass man den schönen, eleganten Vogel in Ruhe lässt.

Das Thema wurde auch vom Fernsehen aufgegriffen. Etwa einen Monat nach den Abschüssen kam der Sender Tele M1 zu uns, um zu fragen, ob sich die Lage nun verbessert habe und hat auch ausführlich gefilmt. Das hatte den gleichen Effekt; es gab wunderschöne Bilder der Vögel im Fernsehen und niemand konnte wirklich verstehen, warum wir diese vertreiben wollen.

Und wenn ich auf einer Parzelle nahe der Reuss die Schwäne zu vertreiben versuche, kann ich sicher sein, dass irgendwo ein paar Leute stehen, mir verständnislose Blicke zuwerfen und sich vielleicht überlegen, ob sie nicht die Polizei rufen sollten. Der Schwan ist natürlich ein wunderschöner Vogel, da gibt es keine Einwände, nur nützt mir das nichts.

Nach den Abschüssen wurde von den Leuten vom BVU ein Massnahmenplan ausgearbeitet...

Stimmt, über diesen wurden wir Anfang dieses Jahres schriftlich informiert.

Hatten Sie denn kein Mitspracherecht bei der Ausarbeitung des Planes?

Nein, nicht unmittelbar. Ich weiss, dass die Leute aus Aarau mit verschiedensten Organisationen zusammengesessen sind, unter anderen auch mit dem Bauernverband, aber wir Landwirte vom Flachsee wurden in diesen Prozess nicht direkt mit einbezogen.

Sind Sie denn mit diesem zufrieden?

Ich glaube, er funktioniert nicht schlecht. Ich denke es war wichtig, dass sich bei der Entwicklung des Massnahmenplanes wirklich alle Organisationen, also auch der Tierschutz, äussern konnte. Sonst hätte es nur wieder Theater gegeben.

Die drei Stufen des Massnahmenplanes finde ich absolut sinnvoll. Zwei Dinge stören mich allerdings ein wenig. Das erste ist, dass keine Eier mehr gestochen werden dürfen. Wenn ich höre, wie viele Eier früher gestochen wurden, muss man ja annehmen, dass der Bestand in Zukunft gewaltig explodiert.

Zudem habe den Eindruck, dass das Problem von Aarau weg zu uns Bauern hin delegiert wurde. Zuerst müssen wir viele Stunden Arbeit investieren, Bänder aufhängen und Zäune aufstellen, und erst wenn das alles nichts nützt, werden Massnahmen von Seiten des Kantons wie Wildschadenvergütungen oder Abschüsse ergriffen.

Von Seiten des BVU wurden ja beispielsweise Tafeln zur Einschränkung der Fütterungen aufgestellt.

Meiner Meinung nach hätte man zusätzlich zu den Tafeln auch noch Körbe aufstellen sollen, in welchen man sein altes Brot entsorgen kann. Denn viele Leute haben ihr Brot sowieso dabei, haben den Flachsee als Brotentsorgungsstelle genutzt. Die Leute deponieren ihr altes Brot nun zwar nicht mehr am Flachsee, doch werfen sie es wahrscheinlich einfach in den nächsten See oder Fluss oder lassen es am Strassenrand liegen. Das in den Behältern gesammelte Brot könnte man dann einem Zoo oder jemandem, der Pferde hält, bringen, die können das brauchen.

Es ist indes wirklich so, dass wir seit dem Aufstellen dieser Tafeln zunehmend weniger Schwäne auf unserem Land hatten, ob das eine Folge dieser Einschränkung zur Fütterung ist, weiss ich nicht. Normalerweise hatten wir um diese Zeit schon Schwäne auf den Feldern, doch bislang gab es keinen einzigen. Doch wie gesagt, kenne ich die Gründe dafür nicht und ich glaube, dass das Ganze diesen Winter schon wieder völlig anders aussehen könnte. Auch momentan gibt es noch gewisse Plätze, wo ab und zu einige Schwäne grasen, doch da trifft der Bauer, dem diese Parzellen gehören, überhaupt keine Massnahmen, wahrscheinlich will er das Gras gar nicht verwenden.

Als eine weitere Massnahme hat Herr Koch hat Elektrozäune aufgestellt, die seiner Meinung nach eine gute Wirkung zeigen.

Davon bin ich nicht hundertprozentig überzeugt. Ich habe auch schon Schwäne beobachtet, die friedlich unter den Zäunen hindurch gewandert sind; möglicherweise spüren sie den Schlag durch ihr dichtes isolierendes Federkleid gar nicht. Aber ein bisschen etwas haben sie sicher genützt.

Sehr erfreut darüber bin ich, dass wir mit Herrn Koch nun einen Ansprechpartner haben, der darüber informiert ist, was aktuell gerade los ist und auch immer wieder bei uns vorbeikommt. Es ist wichtig, dass es jemanden gibt, der verantwortlich ist und den ich anrufen kann, falls sich kurzfristig etwas ereignet. Roland Koch hat auch gewisse Kompetenzen; er kann rasch Massnahmen einleiten, was sonst sehr lange dauern würde.

Wie sehen Sie die Zukunft?

Ich denke es ist noch zu früh, um endgültige Aussagen über den Erfolg der Massnahmen zu treffen, die vom Kanton eingeleitet wurden.

Wie gesagt, haben wir im Moment keine Probleme, wenn das so bleiben würde, wäre ich positiv überrascht, das wäre natürlich super. Ich bin einfach zufrieden, solange die Schwäne nicht auf meinem Land sind und im Moment ist dies nicht der Fall. Was die Zukunft bringt, werden wir sehen.

6 Literatur

6.1 Fussnoten

- [1] Glutz von Blotzheim (Hg.): Vögel Mitteleuropas (1990), 29-34.
- [2] Höckerschwan, <http://de.wikipedia.org/wiki/Höckerschwan>, heruntergeladen am 12.06.2009
- [3] Höckerschwan, <http://www.vogelwarte.ch/home.php?lang=d&cap=voegel&file=detail.php&WartNummer=570>, heruntergeladen am 12.06.2009
- [4] Stiftung Reusstal, <http://www.stiftung-reusstal.ch/OAR/geb/gebiet.html>, heruntergeladen am 19.08.2009
- [5] Bettinaglio,/Hartmann/Schneebeli: Mathematik sehen (1994), 127-142.
- [6] Glutz von Blotzheim (Hg.): Vögel Mitteleuropas (1990), 37.
- [7] Glutz von Blotzheim (Hg.): Vögel Mitteleuropas (1990), 34.
- [8] Tollwut, <http://de.wikipedia.org/wiki/Tollwut>, heruntergeladen am 15.09.2009
- [9] Wildtiere von A-Z. Der Fuchs, http://www.bafu.admin.ch/jagd_wildtiere/00475/00758/index.html?lang=de, heruntergeladen am 15.09.2009
- [10] Mittelmeermöwe, <http://www.vogelwarte.ch/home.php?cap=voegel&file=detail.php&lang=d&WArtNummer=2563>, heruntergeladen am 11.09.2009
- [11] Glutz von Blotzheim (Hg.): Vögel Mitteleuropas (1990), 36.
- [12] Bilder Höckerschwan, <http://images.google.ch/images?hl=de&client=firefox-a&rls=org.mozilla:de:official&um=1&q=H%C3%B6ckerschwan&sa=N&start=0&ndsp=18>, heruntergeladen am 29.05.2009
- [13] Entenvögel, <http://de.academic.ru/pictures/dewiki/67/Cygnus-olor-nest.jpg>, heruntergeladen am 11. 11. 2009
- [14] Hlasek, Josef: Photo Gallery. Cygnus olor 8799, http://www.hlasek.com/cygnus_olor_8799.html, heruntergeladen am 11. 11. 2009

6.2 Bücher

Glutz von Blotzheim, Urs N. (Hg.): Handbuch der Vögel Mitteleuropas. Band 2, Frankfurt am Main, 1990 (2. Auflage).

Maumary, Lionel/Vallotton, Laurent/Knaus, Peter: Die Vögel der Schweiz. Vogelwarte Sempach/ Nos Oiseaux Montmollin, 2007.

Reichholf, Joseph H.: Comeback der Biber. Ökologische Überraschungen, München, 1993.

Bettinaglio, Marco/Hartmann, Werner/Schneebeli, Hans Rudolf: Mathematik sehen. Graphikrechner im Unterricht, Zürich, 1994.

Caswell, Hal: Matrix Population Models. Construction, Analysis and Interpretation, Sunderland MA, 2001 (2. Auflage.)

6.3 Quellen und Texte aus dem Internet

Höckerschwan, <http://de.wikipedia.org/wiki/Höckerschwan>, heruntergeladen am 12.06.2009

Höckerschwan, <http://www.vogelwarte.ch/home.php?lang=d&cap=voegel&file=detail.php&WArtNummer=570>, heruntergeladen am 12.06.2009

Bilder Höckerschwan, <http://images.google.ch/images?hl=de&client=firefox-a&rls=org.mozilla:de:official&um=1&q=H%C3%B6ckerschwan&sa=N&start=0&ndsp=18>, heruntergeladen am 29.05.2009

Thiel, Dominik: Massnahmenplan für den Umgang mit Höckerschwan und Graugans, www.ag.ch/umwelt-aargau/pdf/UAG_44_43.pdf, heruntergeladen am 29.04.2009

Entenvögel, <http://de.academic.ru/pictures/dewiki/67/Cygnus-olor-nest.jpg>, heruntergeladen am 11.11.2009

Tollwut, <http://de.wikipedia.org/wiki/Tollwut>, heruntergeladen am 15.09.2009

Wildtiere von A-Z. Der Fuchs, http://www.bafu.admin.ch/jagd_wildtiere/00475/00758/index.html?lang=de, heruntergeladen am 15.09.2009

Mittelmeermöwe, <http://www.vogelwarte.ch/home.php?cap=voegel&file=detail.php&lang=d&WArtNummer=2563>, heruntergeladen am 11.09.2009

Stiftung Reusstal, <http://www.stiftung-reusstal.ch/OAR/geb/gebiet.html>, heruntergeladen am 19.08.2009

6.4 Bestätigung

Ich erkläre hiermit, dass meine Maturaarbeit von mir entwickelt und verfasst und nicht als Ganzes oder in Teilen kopiert wurde. Aus Quellen übernommene Teile sind – nach den entsprechenden Regeln – als Zitate erkennbar gemacht. Alle Informationsquellen sind in dem Literaturverzeichnis aufgeführt.

Ort, Datum:

Nussbaumen, den 18. 11. 2009

Unterschrift:

V. Stalder