Universität für Bodenkultur Wien
University of Natural Resources
and Life Sciences, Vienna

Masterarbeit

Einfluss der Gelegebehandlung auf Brutverlauf und Familiengrößen bei Grau- und Kanadagänsen in Bayern

verfasst von

Ronja Elke SCHLOSSER, B.Sc.

im Rahmen des Masterstudiums

Wildtierökologie und Wildtiermanagement

zur Erlangung des akademischen Grades

Master of Science

Wien, September 2021

Betreut von:

Prof. Dr. habil. Andreas König

Institut für Wildbiologie und Jagdwirtschaft

Department für Integrative Biologie und Biodiversitätsforschung

Eidesstattliche Erklärung

Ich versichere an Eides statt, dass ich diese Masterarbeit selbstständig verfasst und keine anderen als die angegebenen Quellen und Hilfsmittel verwendet habe. Alle Gedanken, die im Wortlaut oder in grundlegenden Inhalten aus unveröffentlichten Texten oder aus veröffentlichter Literatur übernommen wurden, sind ordnungsgemäß gekennzeichnet, zitiert und mit genauer Quellenangabe versehen.

Die vorliegende Arbeit wurde bisher weder ganz noch teilweise in gleicher oder ähnlicher Form an einer Bildungseinrichtung als Voraussetzung für den Erwerb eines akademischen Grades eingereicht. Sie entspricht vollumfänglich den Leitlinien der Wissenschaftlichen Integrität und den Richtlinien der Guten Wissenschaftlichen Praxis.

Wien, 15.09.2021 Ronja Elke SCHLOSSER (eigenhändig)

Vorwort

Diese Masterarbeit wurde im Rahmen des Forschungsprojekts „Gelegebehandlung – Umsetzung in die Praxis“ am Institut für Ökologischen Landbau, Bodenkultur und Ressourcenschutz der Bayerischen Landesanstalt für Landwirtschaft in Freising durchgeführt. Das Projekt läuft vom 11.03.2019 bis zum 31.12.2021 und wird vom Bayerischen Staatsministerium für Ernährung, Landwirtschaft und Forsten finanziert (Förderkennzeichen: 88 Maßnahmen im Bereich Wildtiermanagement).

Danksagung

Mein besonderer Dank gilt Dr. Christian Wagner von der Bayerischen Landesanstalt für Landwirtschaft, der mir die Erarbeitung meiner Masterarbeit im Rahmen seines Forschungsprojekts ermöglicht hat und mir mit seiner fachlichen Erfahrung als Betreuer beratend zur Seite stand.

Auch bei Sarah Marschall und Stefan Falkensteiner, ebenfalls von der Bayerischen Landesanstalt für Landwirtschaft, möchte ich mich herzlich bedanken – für ihre Unterstützung, ihre hilfreichen Rückmeldungen und Anregungen und nicht zuletzt für die freundschaftliche Zusammenarbeit während der Feldarbeit. Der Dank gilt ebenso der studentischen Praktikantin Nicola Schroers, die mir nicht nur während der Feldarbeit eine große Hilfe war, sondern auch im Vorfeld viel Arbeit in der Vorbereitung der technischen Ausrüstung abnahm.

Herzlichen Dank außerdem an meine Familie und meine Freunde, die mit motivierenden Worten, Denkanstößen und Ratschlägen zur Entstehung dieser Arbeit beigetragen haben.

Inhaltsverzeichnis

Eidesstattliche Erklärung i
Vorwort ii
Danksagung iii
Inhaltsverzeichnis iv
Kurzfassung vi
Abstract vii
1. Einführung 1
2. Material und Methode 4
2.1. Das Untersuchungsgebiet 4
2.1.1. Straubing 4
2.1.2. Altmühlsee 5
2.1.3. Maintal 5
2.2. Technische Ausrüstung 6
2.2.1. Wildkameras 6
2.2.2. iButtons 7
2.3. Freilandarbeit 8
2.3.1. Gelegebehandlung 9
2.3.2. Brutverlaufsmonitoring 10
2.4. Datenverarbeitung 12
2.5. Statistische Auswertung 14
3. Ergebnisse 16
3.1. Dauer bis zur Wiederaufnahme der Bebrütung 20
3.2. Häufigkeitsverteilung von Brutabbrüchen 22
3.3. Familiengrößen bei behandelten und unbehandelten Gelegen 25
3.4. Häufigkeit nachgelegter Eier nach dem Eingriff 28
3.5. Brutverlauf bei Mischgelegen von Grau- und Nilgans 28
4. Diskussion 32
4.1. Störungsanfälligkeit von Wildgänsen 32

4.2. Effektivität der Gelegebehandlung 36
4.3. Brutverlauf bei Mischgelegen von Grau- und Nilgans 38
4.4. Evaluierung der Methode 39
4.5. Fazit 41
5. Zusammenfassung und Schlussfolgerungen 43
Literaturverzeichnis 47
Abkürzungsverzeichnis 50
Abbildungsverzeichnis 51
Tabellenverzeichnis 53
Anhang A: Kartenmaterial 54
Anhang B: Aufnahmebogen 58

Kurzfassung

Durch einen starken Anstieg der Wildganspopulationen in Bayern häufen sich Konflikte wie Fraßschäden und Verkotung in der Landwirtschaft oder in Naherholungsgebieten. Die Bayerische Landesanstalt für Landwirtschaft führt daher als Teil des Gänsemanagements Gelegebehandlungen durch. Dabei werden die Eier im Nest – zwei Eier ausgenommen – angestochen und die Embryonalentwicklung abgebrochen. Der Einfluss dieser Methode auf den Brutverlauf bei Grau- (*Anser anser)* und Kanadagänsen (*Branta canadensis)* wurde mittels Wildkameras und iButtons (Temperaturloggern) an behandelten und unbehandelten Gelegen untersucht. Die Gelegebehandlung hatte keinen Einfluss auf die Dauer, nach der die Gans zum Nest zurückkehrte und weiterbrütete. Graugänse nahmen die Bebrütung deutlich später wieder auf als Kanadagänse und zeigten sich störungsanfälliger. Die Annahme, dass die Gelegebehandlung keinen Einfluss auf die Häufigkeit von Brutabbrüchen hat, musste verworfen werden. Behandelte Gelege wiesen signifikant häufiger Brutabbrüche auf. Bei Kanadagänsen war dieser Effekt hochsignifikant, kein einziger Brutabbruch wurde bei einem unbehandelten Gelege verzeichnet. Bei Graugänsen verteilten sich die Brutabbrüche ausgewogener, diese sind hier vermutlich auf Störungen und nicht auf die Gelegebehandlung zurückzuführen. Aus behandelten Gelegen gingen signifikant weniger Gössel hervor als aus unbehandelten. Die Maßnahme konnte mit einer durchschnittlichen Reduktion um 2,94 Gössel als effektiv eingestuft werden. Unter den Gelegen mit Bruterfolg war dieser Effekt mit einer Reduktion um durchschnittlich 3,4 Gössel hochsignifikant. Die Gelegebehandlung zeigte weder einen Einfluss auf die Anzahl nachgelegter Eier noch auf die Tatsache, ob Eier nachgelegt wurden oder nicht. Des Weiteren wurde bei drei Mischgelegen, bei denen entweder eine Nil- (*Alopochen aegyptiaca)* oder eine Graugans Eier beider Arten bebrütete, ein Monitoring durchgeführt. Keines dieser Gelege verzeichnete einen Bruterfolg.

Abstract

Due to an increase of wild geese populations in Bavaria, conflicts like damaging grazing activities or excrements in agricultural landscape or local recreation areas are rising. Therefore, the Bavarian Institute for Agriculture performs sterilization on wild geese eggs as part of their management. All except two eggs in the nest are pricked to interrupt the embryonic development. The influence of this method on the breeding process in greylag geese (*Anser anser)* and Canada geese (*Branta canadensis)* was investigated using wildlife cameras and iButtons (temperature loggers) on treated and untreated clutches. The treatment showed no effect on the duration until the goose returned to the nest for incubation after the interference. Greylag geese resumed incubation much later than Canada geese and therefore were more sensitive for disturbance. The assumption that egg sterilization has no influence on the frequency of brood abandonment had to be rejected. Treated clutches exhibited brood abandonment significantly more often. This effect was highly significant in Canada geese, no brood abandonments were recorded in untreated clutches here. Brood abandonments in greylag geese were more evenly distributed and presumably caused by other disturbances than the egg sterilization itself. Significantly fewer goslings emerged from treated clutches than from untreated ones. The method was validated as effective, reducing the number of goslings by 2.94 goslings on average. Among clutches with breeding successes, this effect was highly significant with a mean gosling reduction of 3.4. The egg sterilization showed neither an influence on the number of new eggs laid after the interference nor on the fact whether new eggs were laid or not. Additionally, a monitoring was conducted at three clutches containing eggs of both greylag goose and Egyptian goose (*Alopochen aegyptiaca)*, either incubated by a graylag goose or an Egyptian goose. None of these clutches recorded breeding success.

1. Einführung

Wildganspopulationen, insbesondere von Graugans (*Anser anser,* Linnaeus 1758*)*, Kanadagans (*Branta canadensis,* Linnaeus 1758*)* und Nilgans (*Alopochen aegyptiaca,* Linnaeus 1766*)*, haben seit den 1990er Jahren einen starken Zuwachs in Bayern erfahren (König et al. 2013, Bayerischer Jagdverband 2021a). Unter Einbeziehung der Jagdstrecke und Wasservogelzählungen ist anzunehmen, dass sich die Wildganspopulation in Bayern von 1990 bis 2010 mindestens um den Faktor 14 vergrößert hat. Ursache hierfür sind verbesserte Lebensraumbedingungen, vor allem durch die Schaffung neuer, ungestörter Bruthabitate. Graugänse machen hierbei 88% der Jagdstrecke aus. Ihr Vorkommen verteilt sich über ganz Bayern, wohingegen sich die Vorkommen von Kanadagänsen lokal konzentrieren (König et al. 2013). Nachdem im Jahr 2006 vermehrt Beschwerden über Wasservögel im Münchner Stadtgebiet eingingen, wurde ein Forschungsprojekt zum Management von Wasservögeln in urbanen Gebieten gestartet. Es befasste sich sowohl mit den Ursachen für Konflikte mit Wildgänsen und der Erarbeitung geeigneter Lösungsansätze als auch mit der Ökologie der Vögel. Verkotung in Naherholungsgebieten, Schäden durch Fraßaktivitäten, Gewässerbelastung und Gesundheitsgefährdung für den Menschen wurden dabei als wahrgenommene Probleme identifiziert (König 2012). Kanadagänse sind in Deutschland zudem ursprünglich nicht heimisch und gelten daher als Neozoen. Ihre Ausbreitung erfolgte über Tierparks und Zierhandel sowie teilweise über gezielte Ansiedlung. Heute wird die Art bundesweit als potenziell invasiv eingestuft, das Vorkommen gilt als etabliert mit einem hohen und expansivem Ausbreitungspotenzial. Gesundheitliche Risiken für den Menschen sind derzeit nicht bekannt. Negative Auswirkungen auf das Ökosystem und auf heimische Arten wurden bisher nicht festgestellt, jedoch führt die Territorialität der Art zu einer Monopolisierung von Ressourcen im Brutrevier (Nehring et al. 2015). Graugänse zählen in Bayern zu den etablierten Neozoen, als kurzfristiger Bestandstrend der Art wird eine Zunahme von mehr als 20% genannt (Bayerisches Landesamt für Umwelt 2021). Nilgänse gelten als potenziell invasive Art in Deutschland. Sie werden in dieser Arbeit jedoch nur am Rande betrachtet (Nehring et al. 2015).

Bestätigte Konflikte mit Wildgänsen, die auch durch finanzielle Schäden bemessen werden können, sind vor allem Fraßschäden und Verkotung in landwirtschaftlich genutzten Flächen sowie Verkotung in Naherholungsgebieten (Nehring et al. 2015, Wagner et al. 2019). Dass die Wildgänse in Bayern Standvögel sind, die sich ganzjährig im Gebiet aufhalten, verstärkt das Konfliktpotenzial (König et al. 2013). Hierdurch wird ein lokal angepasstes Gänsemanagement erforderlich, das die betroffenen Interessensgruppen miteinbezieht und das Konfliktpotenzial vor Ort analysiert. Die Entwicklung und Etablierung lokal angepasster Maßnahmen und die Beratung in ausgewählten Projektgebieten in Bayern erfolgten ab 2015 im Zuge des Umsetzungsprojektes „Management von Wildgänsen in Bayern“ an der Bayerischen Landesanstalt für Landwirtschaft (LfL). In der Zwischenzeit wurde dies als feste Aufgabe an der LfL verankert (Wagner et al. 2019).

Eine Methode im Gänsemanagement ist es, das räumliche Verhalten der Wildgänse durch gezieltes Flächenmanagement zu lenken. Vergrämungsmaßnahmen oder Zäunungen sollen dabei die Gänse von sensiblen Flächen fernhalten und Duldungsflächen eine attraktive Alternative bieten (König et al. 2013, König 2012). Maßnahmen des Biotopmanagements und Vergrämung, beispielsweise durch Bejagung, erzielen direkt eine Schadensvermeidung (Wagner et al. 2019). Neben der Bejagung als direkter Eingriff in die Population bietet die Gelegebehandlung eine effiziente Maßnahme zur Populationskontrolle. Methoden wie Bejagung finden in der Öffentlichkeit weniger Akzeptanz (König 2012). Zudem ist die Jagd im befriedeten Bezirk nicht möglich und generell durch die geltenden Jagdzeiten eingeschränkt. So darf die Bejagung auf Wildgänse in Bayern ausschließlich vom 1. August bis zum 15. Januar des Folgejahres ausgeübt werden (Bayerischer Jagdverband e.V. 2021b, Bayerisches Landesamt für Umwelt 2021). Durch die Gelegebehandlung werden Eier in einem frühen Bebrütungsstadium zum Absterben gebracht. Die Methode fungiert als Zuwachskontrolle, die Population soll dabei auf das bestehende Level begrenzt und ein weiterer Anstieg verhindert werden. Gelegebehandlungen können durch Einölen, Schütteln, Entnahme und Austausch sowie das Anstechen von Eiern erfolgen (König 2012). In Bayern kam bisher die Behandlungsmethode des Anstechens zum Einsatz und wurde im Verlauf der verschiedenen Projekte für den Praxisgebrauch optimiert. Die Methode gilt als zeit- und kostengünstig. Die Akzeptanz für diese Maßnahme in der Bevölkerung ist hoch, gleichzeitig ist sie praktikabel, schnell umsetzbar und mit den Tierschutzvorgaben vereinbar (König et al. 2013, Wagner et al. 2019). Der Vorteil gegenüber dem Austausch durch beispielsweise Gipseier besteht darin, dass weder künstliche Eier angeschafft noch Eier entsorgt werden müssen (Wagner et al. 2019). In den Jahren 2017 und 2018 wurden Gelegebehandlungen in einem eigens dafür gestarteten Forschungsprojekt bereits als effiziente Maßnahme zur Reduktion von Wildganspopulationen bewertet (Bozem et al. 2018). Gelegebehandlungen zeigen sich dort sinnvoll, wo Konflikte ortsnah zum Brutgebiet auftreten (Wagner et al. 2019). Um die Methode in der Praxis anwenden zu können, sind eine Änderung im Jagdrecht und ein entsprechendes Schulungsangebot erforderlich (Bozem et al. 2018). Aktuell bedarf es einer Ausnahmegenehmigung durch die zuständige Untere Jagdbehörde. Nach Art. 22 Abs. 3 des Bayerischen Jagdgesetzes (BayJG 2019) ist es verboten, „[…] die Nester und Gelege des Federwildes zu beschädigen, wegzunehmen oder zu zerstören“. Artikel 33 Absatz 5 Satz 1 ermöglicht eine Ausnahmegenehmigung hiervon unter anderem für wissenschaftliche Zwecke und Lehr- und Forschungszwecke (BayJG 2019). Daher wird das Projekt in einer zweiten Projektstufe „Gelegebehandlung II – Überführung in die Praxis“ seit 2019 als Forschungsprojekt fortgesetzt (Bozem et al. 2018).

Die Gelegebehandlungen im Jahr 2021 fanden im Rahmen dieses Projekts statt und wurden wissenschaftlich begleitet. Im Rahmen der vorliegenden Masterarbeit wurde das Brutgeschehen von Grau- und Kanadagänsen bei behandelten und unbehandelten Gelegen mittels Wildkameras und Thermologgern dokumentiert. Mittels der gewonnenen Daten wurde die Effektivität der Gelegebehandlung überprüft und der Einfluss des Eingriffs auf das Brutverhalten analysiert. Hierzu

wurden folgende Hypothesen und Forschungsfragen getestet und bearbeitet, wobei auch jeweils die beiden Arten Grau- und Kanadagans miteinander verglichen wurden:

1) Die Dauer bis zur Wiederaufnahme der Bebrütung nach dem Eingriff unterscheidet sich nicht signifikant zwischen behandelten und unbehandelten Gelegen

2) Die Häufigkeit von Brutabbrüchen unterscheidet sich nicht signifikant zwischen behandelten und unbehandelten Gelegen

3) Aus behandelten Gelegen gehen signifikant weniger Gössel hervor als aus unbehandelten Gelegen

4) Werden zwischen dem ersten und zweiten Durchgang bei behandelten Gelegen mehr Eier nachgelegt als bei unbehandelten?

Des Weiteren wurden drei Sonderfälle betrachtet, in denen Mischgelege aus Grau- und Nilganseiern von jeweils einer der beiden Arten bebrütet wurden. Hier wurde der Brutverlauf dokumentiert und als Einzelphänomen beschrieben. Abschließend wird diskutiert, inwieweit sich die gewählte Untersuchungsmethode eignete und in zukünftigen Studien optimierbar wäre.

2. Material und Methode

Zur Beantwortung der Fragen und Hypothesen wurden im Rahmen der von der LfL durchgeführten Gelegebehandlungen im Jahr 2021 Gelege auf bestimmten Brutinseln ausgewählt und untersucht. Mittels Wildkameras und iButtons wurde der Brutverlauf von behandelten und unbehandelten Grau- und Kanadagansgelegen dokumentiert und anschließend ausgewertet. Nilgänse wurden in die Hauptuntersuchung nicht miteinbezogen. Durch ihre variable Brutzeit über das ganze Jahr eigneten sie sich nicht für die Studie (Bozem et al. 2018, Bauer et al. 2012). Einzelne Nilgansgelege, die während der Eingriffsdurchgänge bei Grau- und Kanadagänsen auftraten, wurden durch das Team der LfL in die Dokumentation mitaufgenommen und behandelt. Für diese Studie wurden nur drei Sonderfälle betrachtet, bei denen Mischgelege aus Grau- und Nilganseiern vorlagen.

2.1. Das Untersuchungsgebiet

Das Untersuchungsgebiet verteilte sich auf drei Regionen in Bayern (Deutschland): Straubing, Altmühlsee und Maintal. Es befindet sich in der kontinentalen biogeographischen Region. Im Raum Straubing wurde das Brutverhalten von Graugänsen und zwei Mischgelegen mit Nilgans untersucht, im Maintal von Kanadagänsen und ebenfalls einem Mischgelege mit Nilgans. Am Altmühlsee waren Grau- und Kanadagänse auf einer Insel anzutreffen. Hier wurden Gelege von beiden Arten untersucht, um auch das Verhalten beider Arten unter den gleichen Umgebungsbedingungen aufnehmen zu können. Kartenmaterial mit der Verteilung der untersuchten Inseln im jeweiligen Gebiet in Luftbildansicht befindet sich in Anhang A (erstellt mit Google Earth Pro, Version 7.3.4.8248*).* Der Untersuchungszeitraum für die drei Regionen war abhängig vom Brutbeginn der jeweiligen Art. Graugänse beginnen mit der Eiablage in der Regel zwischen Februar und April, Kanadagänse in etwa vier Wochen später ab Ende März und im April (Bauer et al. 2012, Bozem et al. 2018). Kontaktpersonen vor Ort beobachteten die Gänse regelmäßig und meldeten erste Anzeichen auf ein Brutgeschehen. Für jede Art gab es zwei Behandlungsdurchgänge, im Folgenden abgekürzt als DG1 und DG2.

2.1.1. Straubing

Das Gebiet Straubing befindet sich im Naturpark Bayerischer Wald im niederbayerischen Landkreis Straubing-Bogen in der Gemeinde Parkstetten. Die Jahresdurchschnittstemperatur in der Gemeinde liegt bei 9,7°C, die jährliche Niederschlagssumme bei 920mm (Climate-data.org 2018a). Hier befindet sich ein Naherholungsgebiet mit mehreren Baggerseen, entstanden durch früheren Kiesabbau (Landratsamt Straubing-Bogen 2014). Es wurden fünf Inseln für das Brutverlaufsmonitoring ausgewählt. Die Inseln liegen jeweils auf etwa 320m ü. NN (Bayerische Vermessungsverwaltung 2021). Die erste Insel (projektintern beziffert als P1; siehe Abbildung 24 in Anhang A) ist Teil des Vogelschutzgebietes Donau zwischen Straubing und Vilshofen. Östlich von Unterharthof befindet

sich die Insel P2. Eine weitere Insel wurde am Lieblsee-Nord ausgewählt, hier befindet sich eine Anlegestelle für Segelboote (P3). Am Lieblsee-Süd wurde an zwei Inseln ein Monitoring durchgeführt (P4.1 und P4.2), der See wird als Bade- und Angelweiher genutzt. Im gesamten Gebiet treten Konflikte mit Wildgänsen in landwirtschaftlich genutzten Bereichen auf. Das Monitoring bei Straubing wurde im Zeitraum vom 23.03.2021 bis 27.05.2021 durchgeführt (DG1: 23.03.-26.03.2021; DG2: 09.04.-11.04.2021; Abbau: 26.05.-27.05.2021).

2.1.2. Altmühlsee

Am mittelfränkischen Altmühlsee im Landkreis Weißenburg-Gunzenhausen wurden auf einer Insel (benannt als WUG2-1) westlich des Gemeindeteils Schlungenhof Gelegebehandlungen durchgeführt (siehe Abbildung 25 in Anhang A). Die Insel liegt auf einer Höhe von 416m ü. NN (Bayerische Vermessungsverwaltung 2021). Die Jahresdurchschnittstemperatur in Schlungenhof beträgt 9,4°C. Der Niederschlag summiert sich im Jahr auf durchschnittlich 828mm (Climate-data.org 2018b). Der Altmühlsee trägt zum wasserwirtschaftlichen Ausgleich im Donau-Main-Gebiet bei, indem er Hochwasser aus der Altmühl auffängt und in den Großen Brombachsee weiterleitet. Hochwasserbedingte Schäden werden hierdurch reduziert. Er gilt als Naherholungsgebiet für Freizeitaktivitäten wie Baden, Segeln, Surfen, Radfahren und Wandern. Ein Teil des Sees (abseits der untersuchten Insel) ist ausgewiesenes Naturschutzgebiet mit Flachwasserzonen für seltene Vogelarten (Wasserwirtschaftsamt Ansbach 2018). Wildgänse finden hier ungestörte Brut- und Rückzugsgebiete (Wagner et al. 2019). Der regulierte Wasserstand reduziert die durch Hochwasserereignisse hervorgerufene natürliche Mortalität (König et al. 2013). Badestrände, Äcker und Wiesen, die an den See angrenzen, bieten geeignete Äsungsflächen. Wirtschaftliche Schäden entstehen hier vor allem auf Mähwiesen und beim Maisanbau, sowie durch einen erhöhten Reinigungsaufwand der Badestrände. Das Gänsemanagement setzt sich hier zusammen aus Bejagung, Gelegebehandlung, Zäunung und Ablenkungsflächen (Wagner et al. 2019). Durch die Überschneidungen von Grau- und Kanadagansbruten gab es am Altmühlsee drei Durchgänge und dadurch einen Monitoringzeitraum vom 30.03.2021 bis 28.05.2021 (DG1: 30.03.2021, DG2: 15.04.2021; DG3: 28.04.2021; Abbau: 28.05.2021).

2.1.3. Maintal

Im Maintal erstreckte sich das Projektgebiet zur Umsetzung der Gelegebehandlungen auf die zwei Landkreise Bamberg (Oberfranken) und Haßberge (Unterfranken). Für das Monitoring wurden drei Inseln im Landkreis Bamberg ausgewählt: Eine Insel BA15.1 am Südsee Baunach (BA15.1), eine Insel am Großen See Breitengüßbach (BA16.24; siehe Abbildung 26 in Anhang A) und des Weiteren eine Insel am Säugriessee bei Hallstadt (BA13.2; siehe Abbildung 27 in Anhang A). Die durchschnittliche Jahrestemperatur im Gebiet liegt zwischen 9,6°C und 9,9°C, der Jahresniederschlag zwischen 818mm und 868mm (Climate-data.org 2018c, 2018d und 2018e). Die Inseln liegen auf einer Höhe zwischen 232m und 238m ü.NN (Bayerische Vermessungsverwaltung 2021). Bei den entsprechenden Seen

handelt es sich um Baggerseen, die durch Kiesabbau entlang des Mains entstanden sind. Hier wurden zusätzliche Inseln angelegt, was zu einer Lebensraumverbesserung für Wildgänse führte. Die Anzahl der Inseln und somit die potenziellen Brutgebiete für Gänse haben sich durch die künstliche Anlage von Baggerseen im Maintal mindestens vervierfacht (König et al. 2013). Die Aktivitäten der Wildgänse im Maintal führen vor allem zu Konflikten mit der Landwirtschaft. Durch Fraß bedingte Ertragsausfälle sorgten hier in der Vergangenheit bereits für erhebliche finanzielle Einbußen (Wagner et al. 2019). Die Seen befinden sich im Projektgebiet des Life+-Natur-Projekts „Oberes Maintal“, das im Zeitraum von 2010 bis 2015 unter anderem eine Renaturierung der Baggerseen im Maintal anstrebte und neue Altwasser schaffen sollte. Bei der Schaffung von Flachwasserzonen als Habitat für Brut- und Zugvögel sowie für Jungfische wurden Initialpflanzungen von Schilfröhrichten vorgenommen. Hier stellten Fraßaktivitäten von Gänsen eine erhebliche Beeinträchtigung dar, wodurch teilweise neugepflanzte Röhrichtbestände komplett vernichtet wurden (Landratsamt Bamberg 2015, Bayerisches Staatsministerium für Umwelt und Verbraucherschutz 2015). Neben der Gelegebehandlung sind die Intensivierung der Jagd und die Abhaltung der Gänse von Brutflächen Teil des Gänsemanagements im Gebiet Maintal (Wagner et al. 2019). Das Brutmonitoring fand hier zwischen 19.04.2021 und 10.06.2021 statt (DG1: 19.04.-23.04.2021; DG2: 04.05.-07.05.2021; Abbau: 09.06.-10.06.2021).

2.2. Technische Ausrüstung

Zur Dokumentation des Brutverlaufs wurde jedes Nest mit einer Wildkamera und einem iButton (Temperaturlogger) ausgestattet. Die Auswahl der Technik sowie die Voreinstellungen und Auswertungsmethoden orientieren sich an einer vorangegangenen Studie aus dem Jahr 2018. Die Umsetzung ist im zugehörigen Endbericht der LfL beschrieben (Bozem et al. 2018) und wurde außerdem im Rahmen der Bachelorarbeit „Auswirkung der Gelegebehandlung auf den Brutverlauf bei Kanadagänsen“ beschrieben und analysiert (Neumann 2018).

2.2.1. Wildkameras

An jedem Nest wurde eine Wildkamera des Herstellers Minox angebracht. Zum Einsatz kam das Modell DTC 550. Diese Kamera ist mit einem Bewegungssensor mit bis zu 15m Reichweite ausgestattet, sowie einem Infrarotblitz, der Schwarz-Weiß-Aufnahmen in der Nacht ermöglicht. Vor Beginn der Feldarbeit wurden das aktuelle Datum und die Uhrzeit im Einstellmodus der Kamera eingegeben. Für die Aufzeichnung wurde eine Voreinstellung von einer Serienaufnahme mit acht Bildern und eine zweiminütige Auslöseverzögerung zwischen den Serien vorgenommen. Es wurde eine mittlere Auflösung von 5 Megapixeln ausgewählt. Im Laufe der Freilandarbeit wurde die Einstellung auf vier Bilder je Serie geändert und die Bildauflösung auf die niedrigste Auswahlmöglichkeit mit 0,5 Megapixeln (interpoliert) reduziert. Grund hierfür war, dass einige Kameras vorzeitig nicht mehr aufzeichneten, daher sollte im weiteren Verlauf Speicherplatz und Batterie gespart werden. Des Weiteren wurde jede Kamera mit einer vierstelligen

Zahlenkombination passwortgeschützt und ein Hinweis hierauf auf der Außenseite des Gehäuses angebracht. So sollte deutlich gemacht werden, dass im Falle eines Diebstahles nicht auf die Kamera zugegriffen werden kann, um die Diebstahlgefahr somit zu verringern. Für jede Kamera wurden jeweils zwei SD-Karten mit 32 Gigabyte vorbereitet. Die Kameras wurden fortlaufend mit einer dreistelligen Kennziffer durchnummeriert, ebenso die zugehörigen Speicherkarten mit dem Zusatz „-1“ oder „-2“, die entsprechend beim ersten oder zweiten Behandlungsdurchgang eingesetzt wurden.

2.2.2. iButtons

Als Ergänzung zu den Wildkameras wurde jedes untersuchte Gelege mit einem Temperaturlogger, einem sogenannten iButton der Firma Maxim Integrated ausgestattet. Dabei wurden 27 Geräte des Typs DS1922L eingesetzt, die bereits aus der erwähnten vorangegangenen Studie vorhanden waren. Die Funktionsfähigkeit wurde in einem kurzen Testlauf überprüft und der Batteriestatus über das vom Hersteller zur Verfügung gestellte „Gas Gauge Spreadsheet“ ermittelt (Maxim Integrated 2021). Hierzu musste die Anzahl der bisher aufgezeichneten „Mission Samples“ in die Tabelle eingegeben werden. Für die übrigen Gelege wurden iButtons des Typs DS1925L verwendet. Bei diesem Modell kann der Batteriestatus direkt über die Software abgerufen werden. Zudem besitzt es im Gegensatz zum SRAM beim Typ DS1922L einen Flash Memory. Die Daten sind dadurch auch nach Entladung der Batterie noch abrufbar und es können 125.440 statt nur 8.192 Temperaturaufzeichnungen erfolgen. Dies bietet insbesondere für einen längerfristigen Gebrauch über die vorgestellte Studie hinaus entscheidende Vorteile gegenüber dem Vorgängermodell. Beide Modelle können Temperaturen von -40°C bis +85°C aufzeichnen. Jeder iButton ist mit einer individuellen Seriennummer versehen. Zur erleichterten Zuordnung wurde jeder iButton zusätzlich mittels Permanentmarker mit einer zweistelligen ID gekennzeichnet. Die iButtons wurden während der Freilandarbeit über die herstellereigene, Java-basierte Software OneWireViewer (1-Wire Drivers x86, Version 4.05) gestartet. Hierfür wurde der iButton über einen iButton-Reader mit USB-Adapter mit einem PC verbunden (siehe Abbildung 1). Der Start erfolgte jeweils so spät wie möglich vor dem eigentlichen Einsatz, meist am selben Tag, an dem die Geräte auch im Gelände ausgebracht wurden. Dabei wurden Datum und Uhrzeit mit dem PC synchronisiert und eine Auflösung von 11 Bit sowie ein Aufnahmeintervall von 12 Minuten eingestellt. Die Aufnahme wurde dann ebenfalls am PC über die Software gestartet. Die iButtons zeichneten dann im zeitlichen Verlauf des Brutgeschehens alle zwölf Minuten die Temperatur im Nest auf. Die erhaltene Temperaturverlaufskurve diente als Hilfsmittel für die Datenauswertung, um durch Veränderungen der Temperatur Ereignisse im Brutgeschehen, wie den Zeitpunkt des Brutendes oder eines Brutabbruchs, nachvollziehen zu können. Der iButton wurde unterstützend zu den Kameraaufzeichnungen eingesetzt, um bei der Auswertung gezielt nach den Fotos an bestimmten Tagen suchen zu können und dadurch bei der großen Datenmenge an Fotos Zeitaufwand einzusparen. Maßgebend für den Datensatz waren die Wildkameradaten, der iButton allein kann keine aussagekräftigen Daten für den angestrebten Datensatz liefern. Drei weitere iButtons des Typs DS1923L wurden abseits der Nester angebracht, um den allgemeinen,

wetterbedingten Temperaturverlauf zu dokumentieren. Das Modell DS1923L zeichnete zusätzlich die Luftfeuchte auf.

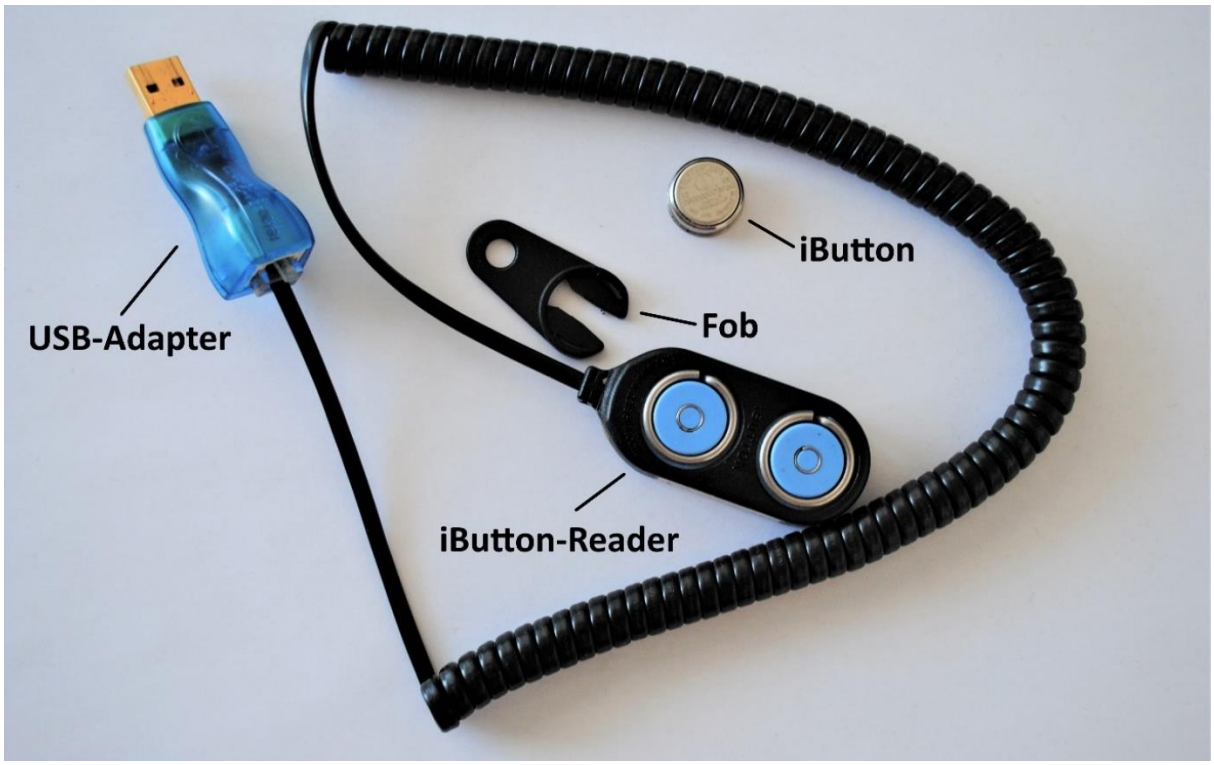

Abbildung 1: iButton mit zugehörigem Equipment – iButton-Reader und USB-Adapter zum Einlesen des Geräts am PC, Fob als Halterung zur Befestigung im Gelege.

2.3. Freilandarbeit

Die Freilandarbeit wurde jeweils von drei bis vier Personen durchgeführt. Dabei wurden die Inseln mit einem oder zwei Kanus aufgesucht. Kleinflächig wurde nach vergleichbaren Gelegen gesucht, die sich für einen paarweisen Vergleich eigneten. Entscheidend waren hierfür die Entfernung zum Ufer, die Umgebungsstruktur und -deckung sowie nach Möglichkeit die Eieranzahl. Von den verpaarten Gelegen wurde jeweils eines behandelt und eines nicht. Es erwies sich als schwierig, vergleichbare Gelege zu finden, daher wurde die paarweise Zuordnung später in der Auswertung nicht berücksichtigt. Alle ausgewählten Gelege waren bereits angebrütet. Es wurde sich immer nur stückweise auf der Insel vorgearbeitet, um die Gänse nicht zu früh von den Nestern aufzuscheuchen. Bei den Gelegen, die für das Monitoring ausgewählt wurden, wurden dann die Kamera und der iButton, wie unter Punkt 2.3.2 (Seite 10) beschrieben, installiert. Jedes Gelege wurde mit einem Tablet (Samsung Galaxy Tab Active Pro LTE) über einen ppm10xx-38 GNSS Sensor (Precise Positioning Management GmbH) lokalisiert. Jeder GPS-Punkt wurde dann über die Software Locus Map (Version 3.50) gespeichert und mit einem Foto des Geleges verknüpft. Dabei wurde jeweils eine fortlaufende Gelegenummer zugewiesen. Auf einem manuellen Aufnahmebogen wurden verschiedene Gelegeparameter (z.B. Art, Eieranzahl, Entwicklungsstadium), der Neststatus (z.B. brütend ja/nein, Nestwache ja/nein), der Neststandort (z.B. Deckung, Entfernung zum Wasser) sowie

das Monitoring (iButton-ID, Kamera-ID, Ende des Eingriffs) dokumentiert. Der vollständige Aufnahmebogen befindet sich in Anhang B und enthält einige Parameter, die unabhängig von dieser Studie im Zuge der Gelegebehandlungen der LfL immer mitaufgenommen werden. Jeweils nach rund zwei Wochen fand ein zweiter Durchgang statt. Hierbei wurde erneut der Gelegestatus dokumentiert und bei den behandelten Gelegen nachgelegte Eier behandelt (sodass weiterhin zwei unbehandelte Eier im Nest verblieben). Beim zweiten Durchgang wurden zudem neue SD-Karten in die Wildkameras eingesetzt sowie die Batterien ausgetauscht.

2.3.1. Gelegebehandlung

Vor der Durchführung der Gelegebehandlung wurde zunächst das aktuelle Entwicklungsstadium an zwei zufällig ausgewählten Eiern untersucht. Hierfür wurden diese im dafür angefertigten Schierkasten mit einer Taschenlampe durchleuchtet und der Bebrütungsstatus eingestuft (siehe Abbildung 2, links).

Abbildung 2: Bestimmung des embryonalen Entwicklungsstadiums mit dem Schierkasten (links), Einstechen der verunreinigten Kanüle (rechts) (© LfL).

Zur Einstufung des Bebrütungsstadiums wurde eine Fotodokumentation der Embryonalentwicklung im Ei herangezogen, die durch das Lehr-, Versuchs- und Fachzentrum für Geflügel- und Kleintierhaltung in Kitzingen (LFVZ Kitzingen) erstellt wurde (Bozem et al. 2018). Voraussetzung für die Gelegebehandlung war, dass der 14. Bebrütungstag noch nicht überschritten wurde. Aus Tierschutzgründen darf die Maßnahme später nicht mehr erfolgen, da das Schmerzempfinden des Embryos in der zweiten Hälfte der Brutzeit bereits entwickelt ist (Rosenbruch 1997). War diese Voraussetzung erfüllt, wurde eine Gelegebehandlung vorgenommen. Je Gelege blieben zwei Eier unbehandelt, damit die Gänse ihr natürliches Brutverhalten fortsetzen können und Neu- und Nachgelege verhindert werden (König 2012, Wright&Phillips 1991). Für die Behandlung wurden die

Eierschalen mit einem Anstecher punktiert. Eine mit Erdboden verunreinigte Kanüle wurde in das entstandene Loch eingeführt (siehe Abbildung 2, rechts). Durch das Injizieren von Keimen und durch den mechanischen Einfluss der Kanüle wird die Embryoentwicklung abgebrochen (Bozem et al. 2018). Das eingestochene Loch wurde abschließend mit Sekundenklebergel verschlossen. Unbehandelte Eier wurden mit einem Permanentmarker gekennzeichnet. Die Eier wurden zurück ins Nest gelegt und mit den vorhandenen Dunen bedeckt, um ein schnelles Auskühlen zu verhindern. Die Vorgehensweise ist im Endbericht des Vorgängerprojekts detailliert beschrieben (Bozem et al. 2018).

2.3.2. Brutverlaufsmonitoring

Vor Ort wurden die Kameras in einer Distanz von ca. ein bis zwei Metern zum Nest angebracht, sodass das jeweilige Gelege mit der sich darauf befindenden Gans gut erfasst wurde. War ein geeigneter Baumstamm oder ähnliches in passender Reichweite zum Gelege vorhanden, wurden die Kameras mit den zugehörigen Montagegurten daran befestigt. Der Neigungswinkel wurde mit Hilfe von Stöcken mit geeignetem Durchmesser angepasst, indem diese zwischen Kamera und Baumstamm miteingespannt wurden (siehe Abbildung 3).

Abbildung 3: Monitoring-Setting mit der Wildkamera befestigt an einem Baumstamm.

Alternativ wurden die Kameras an Holzpfählen oder Metallstangen befestigt. Die Montage an den Holzpfählen erfolgte ebenso wie an den Baumstämmen (siehe Abbildung 4). Die Metallstangen besitzen in regelmäßigen Abständen Ösen. An diesen wurde eine spezielle Vorrichtung mit Kugelgelenk festgeschraubt. Die Wildkamera konnte dann über die Gewinde an Unter- oder Rückseite am Metallstab montiert werden. Über das Kugelgelenk konnte der Neigungswinkel beim Verschrauben ausgewählt werden. Zusätzlich wurden zur Stabilisation die oberen Befestigungsösen

der Kamera mit einer höheren Öse des Metallstabes über Kabelbinder verbunden (siehe Abbildung 5).

Abbildung 4: Monitoring-Setting mit der Wildkamera befestigt an einem Holzpfahl mittels Spanngurt. Der Neigungswinkel wurde mit Hilfe eines horizontal eingeschobenen Asts angepasst.

Abbildung 5: Monitoring-Setting mit der Kamera befestigt an einem Metallstab mit verstellbarem Kugelgelenk.

Die Installation der Kameras erfolgte während der Durchführung der Gelegebehandlung. Spätestens beim Verlassen des Nests wurde der Hauptschalter in die Funktion „ON“ gestellt und die Kamera einmal zur Probe ausgelöst, um sicherzugehen, dass das untersuchte Nest gut abgebildet wurde. Die nächste Auslösung der Kamera sollte dann spätestens bei der Rückkehr der Gans ans Nest erfolgen und im weiteren Verlauf bei jeder Bewegung erneut auslösen, wobei zwischen jeder Serie eine Verzögerung von zwei Minuten voreingestellt war.

Im Feld wurde der iButton in einen Kunststoff-Fob eingeklickt (siehe Abbildung 1), der durch eine Öse mittels Kabelbinder an einem handelsüblichen Zelthering befestigt wurde. Der Hering wurde dann mittig im Nest unter den Eiern bis zum Anschlag im Boden versenkt, sodass lediglich noch der iButton zu sehen war, bevor die Eier zurück ins Nest gelegt wurden (siehe Abbildung 6). Dabei wurde darauf geachtet, dass der iButton möglichst gut versteckt war und weder die brütende Gans noch die Eier oder geschlüpften Gössel in irgendeiner Form beeinträchtigt wurden.

Abbildung 6: iButton im Nest platziert unter den Dunen, befestigt mittels Kunststoff-Fob und Zelthering.

2.4. Datenverarbeitung

Die erhobenen Daten wurden manuell in die Tabellenkalkulationssoftware Microsoft Excel für Microsoft 365 MSO überführt. Art (Grau- oder Kanadagans), Gebiet, Insel, Eieranzahl und die IDs für die Gelege, Paare, Kameras und iButtons wurden vom Aufnahmebogen übertragen. Der Zeitpunkt, zu dem der Eingriff beendet wurde, wurde ebenfalls aus dem Aufnahmebogen übernommen und gegebenenfalls mit Hilfe der Kameraaufzeichnungen korrigiert, falls diese einen späteren Zeitpunkt mit Personen aufgezeichnet hatte. Die iButtons des Typs DS1922L wurden über die Software

Thermo23, Version 4.5c eingelesen. Die Software liefert eine Grafik mit dem Temperaturverlauf (y-Achse) in Abhängigkeit von der Zeit (x-Achse). Thermo23 kann die Aufzeichnungen der DS1925L iButtons nicht auswerten, hier kam erneut die Software OneWireViewer zum Einsatz. Bei dieser fehlt in der Ausgabegrafik die Beschriftung der Zeitachse. War die Bestimmung eines bestimmten Zeitpunktes notwendig, wurden die Daten als Microsoft Excel-CSV-Datei exportiert und anschließend ein beschriftetes Diagramm in Microsoft Excel erstellt. Mit Hilfe der jeweils erhaltenen Grafik konnte zunächst festgestellt werden, ob die Bebrütung nach dem Eingriff wieder aufgenommen wurde. Davon war auszugehen, wenn die Temperatur nach dem Eingriff zunächst einen starken Anstieg erfuhr und sich dann für einen gewissen Zeitraum mit geringen Schwankungen auf einem Niveau hielt. Für jedes Gelege wurde anhand der Wildkamera-Fotos ermittelt, wann die Gans nach dem Eingriff zu ihrem Nest zurückkehrte und gegebenenfalls die Bebrütung wieder aufnahm. Hierfür wurde der Zeitpunkt ermittelt, an dem zum ersten Mal wieder eine Gans erschien. Sobald die Gans komplett sitzend auf dem Nest aufgezeichnet wurde, galt dies als Wiederaufnahme der Bebrütung. Aus diesem Zeitpunkt und dem Ende des Eingriffs wurde dann die Differenz gebildet und somit die Dauer bis zur Wiederaufnahme der Bebrütung in Microsoft Excel als weitere Variable kalkuliert. Auf dieselbe Weise wurde die Dauer bis zur Rückkehr ans Nest unter Einbeziehung des Rückkehrzeitpunktes berechnet.

Wiesen die Temperaturgrafiken der iButtons eine plötzliche Veränderung entsprechend der zyklischen Tag-Nacht-Schwankungen der Umgebungstemperatur auf, zeigte dies das Ende der Bebrütung an. Hier konnte das zugehörige Datum aus der ausgegebenen oder erstellten Grafik abgelesen werden (siehe Abbildung 7, Abbildung 9 und Abbildung 10 unter Punkt 3, Ergebnisse, Seite 16). Anschließend wurde in den Aufzeichnungen der Wildkameras gezielt nach dem entsprechenden Datum gesucht, um das zugehörige Ereignis festzustellen. So wurde nachvollzogen, ob es sich um einen Brutabbruch oder einen Bruterfolg handelte. Im Falle eines Brutabbruchs wurde der entsprechende Zeitpunkt in den Datensatz mitaufgenommen. Jeder Brutabbruch wurde nach einem Abgleich mit dem Zeitpunkt des Eingriffs und dem Entwicklungsstadium zu diesem Zeitpunkt kategorisiert. Brutabbrüche innerhalb von 24 Stunden nach der Gelegebehandlung wurden der Kategorie 1 zugeordnet. Kategorie 2 beinhaltet Brutabbrüche, die nach diesen 24 Stunden und vor einem potenziellen Schlupfzeitpunkt stattfanden. Der potenzielle Schlupftermin errechnete sich über die bekannte Bebrütungsdauer für Graugänse von 27-29 Tagen und Kanadagänse von 28-30 Tagen (Bauer et al. 2012). Fand ein Brutabbruch nach Ende einer vierwöchigen Bebrütung statt, wurde er der Kategorie 3 zugeordnet.

Im Falle eines Bruterfolges wurde als Schlupftermin der Zeitpunkt, zu dem zum ersten Mal ein Gössel auf den Kameraaufzeichnungen erkennbar war, in den Datensatz mitaufgenommen. Als Nestflucht galt der Zeitpunkt, zu dem die Elterntiere das Nest mit allen Gösseln zum ersten Mal verließen, so dass sie nicht mehr auf der Aufzeichnung zu sehen waren. Die Gösselanzahl wurde aus den Bildern zwischen diesen beiden Zeitpunkten ausgezählt. Hier war eine Aufnahme notwendig, auf der alle Gössel zu sehen sind, und keine Eier im Nest liegen, die nach der Nestflucht nicht auch dort verbleiben. Auch Gössel, die nach dem Schlupf starben, wurden mitgezählt.

Die Brutdichte je Insel wurde über die Kartierung aller Gelege im Zuge der Gelegebehandlungen ermittelt (inklusive der Gelege ohne Monitoring). Sie errechnete sich aus der Anzahl der Gelege je Insel, bezogen auf die Größe der Insel in Hektar.

2.5. Statistische Auswertung

Die statistische Auswertung wurde mit R (R Core Team, Version 4.1.1) durchgeführt. Als Signifikanzniveau wurde α=0,05 gesetzt. Mittels des R-Pakets „tidyverse“ (Wickham et al. 2019) wurden die Datensätze entsprechend angepasst. Die Variable Ergebnis wurde mittels „dplyr“ (Wickham et al. 2019) auf 0 und 1 kodiert (Brutabbruch≙0, Bruterfolg≙1), ebenso der Behandlungsstatus (unbehandelt≙0, behandelt≙1). Die Daten wurden jeweils mit Hilfe des Shapiro-Wilk-Tests auf Normalverteilung überprüft.

Hypothese 1 nimmt keinen signifikanten Unterschied der Dauer bis zur Wiederaufnahme der Bebrütung nach dem Eingriff zwischen behandelten und unbehandelten Gelegen an. Die Dauer bis zur Wiederaufnahme der Bebrütung wurde zuvor in Microsoft Excel kalkuliert und in ein Minutenformat überführt. Die Daten wurden mittels Logarithmus transformiert, um eine Normalverteilung zu erhalten. Es wurde bewusst nicht die Dauer bis zur Rückkehr zum Nest ausgewählt, da die Gänse erst nach der Rückkehr eine Veränderung am Nest durch den Eingriff wahrnehmen könnten. Um den Einfluss des Behandlungsstatus zu testen, wurde ein lineares Modell (LM) mit der logarithmierten Dauer bis zur Wiederaufnahme der Bebrütung als Response-Variable erstellt. Als weitere unabhängige Variablen wurden die Art (Grau- oder Kanadagans) und die Gelegedichte (Anzahl der Gelege pro Inselgröße [ha]) in das Modell mitaufgenommen. Durch die Gelegedichte sollte der Einfluss intraspezifischer Interaktionen (plus einzelner anderer, gleichzeitig brütender Gänsearten) und damit möglicherweise einhergehendem Stress und Konkurrenzdruck Berücksichtigung finden. Die Residuen wurden auf Normalverteilung geprüft.

Hypothese 2 betrachtet die Effekte des Behandlungsstatus auf die Häufigkeit von Brutabbrüchen allgemein und in bestimmten Zeitfenstern nach dem Eingriff. Daher sind hier nur Daten mit Brutabbruch als Ergebnis inbegriffen und die Stichprobe dadurch um mehr als die Hälfte reduziert (n=24). Es wurden eine deskriptive Statistik gewählt und Kontingenztabellen für die jeweiligen Kategorien erstellt. Mittels Pearson’s Qui-squared-Test wurden die Gruppen „behandelt“ und „unbehandelt“ auf Unterschiede bezüglich der Variable Ergebnis (Bruterfolg, -abbruch) getestet. Traten in den Kontingenztabellen Zellhäufigkeiten kleiner fünf auf, wurde der exakte Fisher-Test ausgeführt. Mit diesem wurde die Unabhängigkeit der Variablen Brutabbruchkategorie und dem Behandlungsstatus überprüft. Die Verteilung der Brutabbrüche bei beiden Arten wurde zunächst unabhängig vom Behandlungsstatus mittels Qui-squared-Test auf Zusammenhänge untersucht. Zusätzlich wurde eine mehrdimensionale Kontingenztabelle aus Behandlungsstatus und Brutabbruchkategorie unter Einbeziehung der Art betrachtet. Unterschiede zwischen den Brutabbruchkategorien bei behandelten und unbehandelten Gelegen wurden getrennt für beide Arten mittels exaktem Fisher-Test analysiert.

Für Hypothese 3 wird angenommen, dass aus behandelten Gelegen signifikant weniger geschlüpfte Gössel hervorgehen als aus unbehandelten. Bei der Ausführung eines generalisierten linearen Modells (GLM) mit Poisson-Verteilung wurde Überdispersion festgestellt und der Standardfehler daher durch Verwendung eines Quasi-GLM-Modells korrigiert. Die Varianz setzt sich hierbei aus dem arithmetischen Mittel und dem Dispersionsparameter zusammen. Die Gösselanzahl wurde als Response-Variable eingesetzt, als unabhängige Variablen wurden erneut der Behandlungsstatus, die Art und die Gelegedichte und zusätzlich die Eieranzahl aus dem ersten Durchgang miteinbezogen. Als Alternative für die Eieranzahl aus DG1 wurde die maximale Eieranzahl in einem zweiten Modell miteinbezogen. Um festzustellen, ob sich die beiden Arten bezüglich der Gösselanzahl unabhängig von der Gelegebehandlung unterscheiden und die Gelegebehandlung demnach einen unterschiedlich starken Einfluss hätte, wurde der Datensatz auf die unbehandelten Gelege reduziert. Die Art und die Eieranzahl aus DG1 wurden erneut als unabhängige Variablen hinzugezogen. Um die Gösselanzahl nur bei Gelegen mit Bruterfolg zu betrachten, wurde der Hauptdatensatz mit der Bedingung Ergebnis = Bruterfolg begrenzt. Mit diesem Datensatz wurde ein GLM mit Poisson-Verteilung und der Gösselanzahl als Response-Variable ausgeführt. Unabhängige Variablen waren der Behandlungsstatus, die Art, die Gelegedichte und die Eieranzahl im DG1.

Um zu beantworten, ob bei behandelten Gelegen nach dem ersten Durchgang mehr Eier nachgelegt werden als bei unbehandelten, wurde zunächst ein Wilcoxon-Test durchgeführt, der den Unterschied der Anzahl der nachgelegten Eier zwischen den Gruppen „behandelt“ und „unbehandelt“ testete. Es wurde eine zusätzliche Variable erstellt, welche die Anzahl der nachgelegten Eier in ja (Anzahl>0) und nein (Anzahl=0) kategorisierte, um eine Aussage darüber zu treffen, ob allgemein Eier nachgelegt wurden oder nicht. Die Verteilung der beiden Kategorien in Bezug zum Behandlungsstatus wurde mittels Kontingenztabelle dargestellt und mit dem Qui-squared-Test auf signifikante Unterschiede getestet.

Die drei zusätzlichen Gelege mit Monitoring, bei denen sowohl Grau- als auch Nilganseier im Nest vorhanden waren, wurden separat betrachtet und nicht in die Auswertung miteinbezogen. Hier wurde der Brutverlauf bei den drei Gelegen beschrieben.

Abschließend wurde die Methode der Datenerhebung evaluiert, um die Studie bei Wiederholung gegebenenfalls optimieren zu können. Es wurden der Einsatz der Technik bewertet und Verbesserungsmöglichkeiten ermittelt.

3. Ergebnisse

Für jede untersuchte Insel wurde die Gelegedichte aus der Gelegeanzahl pro Inselfläche (in Hektar) berechnet. Die Werte variierten von ca. 16 Gelegen pro Hektar bis ca. 488 Gelegen pro Hektar (siehe Tabelle 1).

Tabelle 1: Ermittlung der Gelegedichte für die untersuchten Inseln.

	Straubing					**Altmühl-see**	**Maintal**		
Inselbezeichnung	**P1.1**	**P2**	**P3**	**P4.1**	**P4.2**	**WUG2.1**	**Ba13.2**	**BA15.1**	**BA16.24**
Gelegeanzahl	135	45	56	83	24	18	10	8	38
Fläche [ha]	0,57	0,17	0,18	0,17	0,24	0,39	0,60	0,10	0,36
Gelegedichte/ha	236,84	264,71	311,11	488,24	100,00	46,15	16,67	80,00	105,56

Insgesamt wurde bei 65 Grau- und Kanadagansgelegen ein Monitoring mit Wildkamera und iButton durchgeführt. Bei 32 der Gelege handelte es sich um Graugansgelege, bei 33 um Kanadagansgelege (siehe Tabelle 2). Bei vier der 32 Graugansgelege kam es zu technischen Ausfällen, sodass die Daten zum abschließenden Brutverlauf fehlen. Bei diesen Gelegen konnten nicht alle Fragestellungen beantwortet werden, insbesondere nicht die zum Bruterfolg, zur Gösselanzahl oder zum Brutabbruch. Bei zwölf der 32 Graugansgelege wurde ein Bruterfolg, also geschlüpfte Gössel mitaufgezeichnet.

Tabelle 2: Verteilung der Ergebnisse Bruterfolg, Brutabbruch und Technischer Ausfall auf die Arten Grau- und Kanadagans (n=65).

	Bruterfolg	**Brutabbruch**	**Technischer Ausfall**	**Gesamt**
Graugänse	12	16	4	**32**
Kanadagänse	18	8	7	**33**
Gesamt	**30**	**24**	**11**	**65**

In Abbildung 7 ist beispielhaft der Temperaturverlauf für ein unbehandeltes Graugansgelege dargestellt, bei dem das Bebrütungsende durch den Temperaturabfall am 13.04.2021 angezeigt wird. Die entsprechenden Wildkameraaufzeichnungen zeigen die Gans an diesem Tag mit insgesamt sechs geschlüpften Gösseln (siehe Abbildung 8).

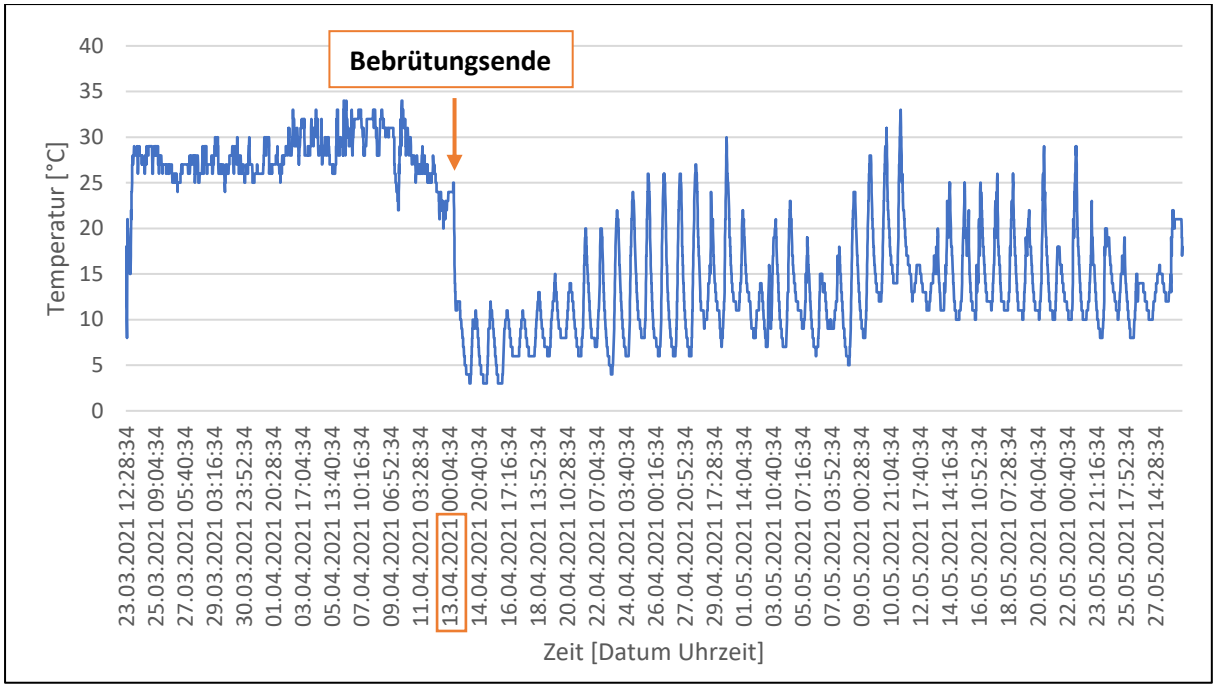

Abbildung 7: Temperaturverlauf in einem unbehandelten Graugansgelege (Gelege-Nr. 29, iButton T53) mit Bebrütungsende am 13.04.2021. (Aus der angegebenen Uhrzeit kann keine Information entnommen werden).

Abbildung 8: Kameraaufzeichnung eines unbehandelten Graugansgeleges (Gelege-Nr. 29) mit sechs geschlüpften Gösseln von ursprünglich sechs Eiern (zugehöriger Temperaturverlauf siehe Abbildung 7).

Abbildung 9 zeigt die vom iButton aufgezeichnete Temperaturverlaufskurve eines (behandelten) Graugansgeleges mit Bebrütungsende am 17.04.2021. Hier schlüpfte von ursprünglich neun gelegten Eiern (sieben behandelte) ein Gössel. Bei 16 der 32 Graugansgelege wurde ein Brutabbruch festgestellt.

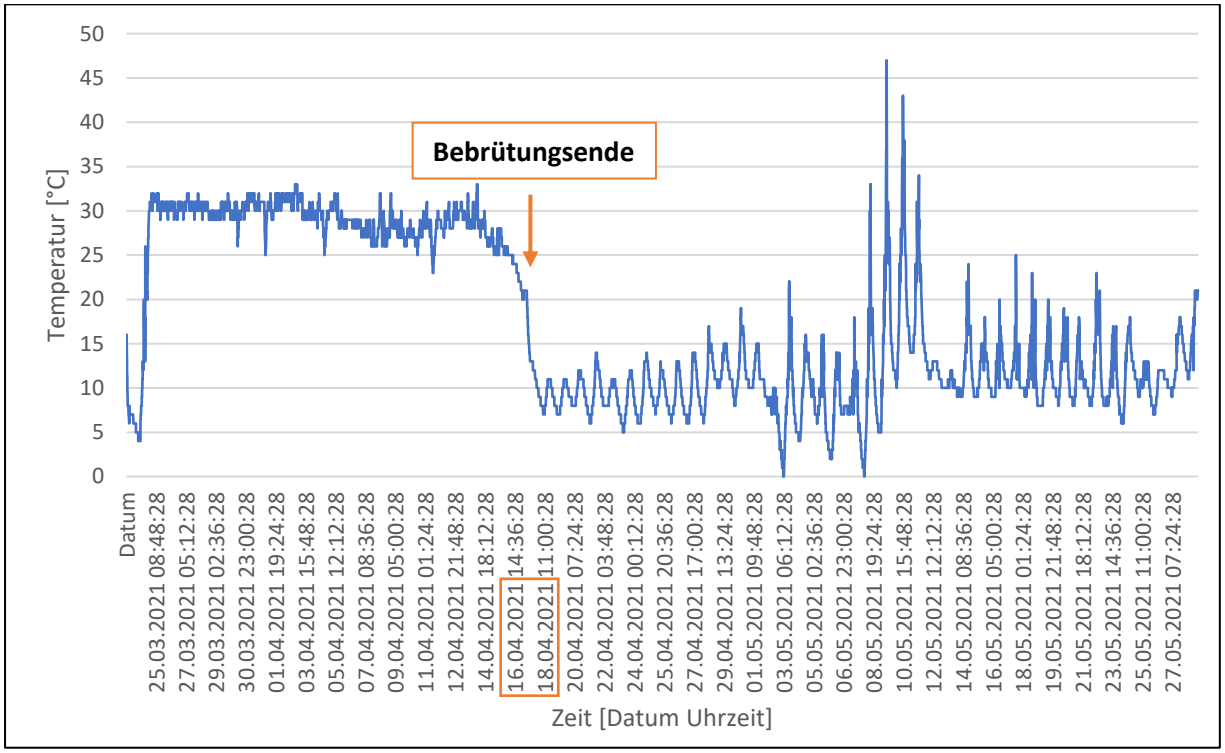

Abbildung 9: Temperaturverlauf in einem behandelten Graugansgelege (Gelege-Nr. 82, iButton T63) mit Bebrütungsende am 17.04.2021. (Aus der angegebenen Uhrzeit kann keine Information entnommen werden).

Bei sieben der insgesamt 33 untersuchten Kanadagansgelege waren die Aufzeichnungen in Bezug auf das Brutergebnis unvollständig. Die Daten konnten nicht in alle Fragestellungen miteinbezogen werden (siehe Tabelle 2). Bei 18 der 33 Kanadagansgelege wurde Bruterfolg dokumentiert. In Abbildung 10 ist als Beispiel der Temperaturverlauf in einem (unbehandelten) Kanadagansgelege dargestellt. Der Temperaturabfall am 07.05.2021 gibt Rückschluss auf einen möglichen Bruterfolg oder einen Brutabbruch. Die entsprechenden Kameraaufzeichnungen bestätigen einen Bruterfolg und zeigen bereits am Vortag die drei geschlüpften Gössel (siehe Abbildung 11). Bei acht Kanadagansgelegen wurde die Brut abgebrochen (siehe Tabelle 2).

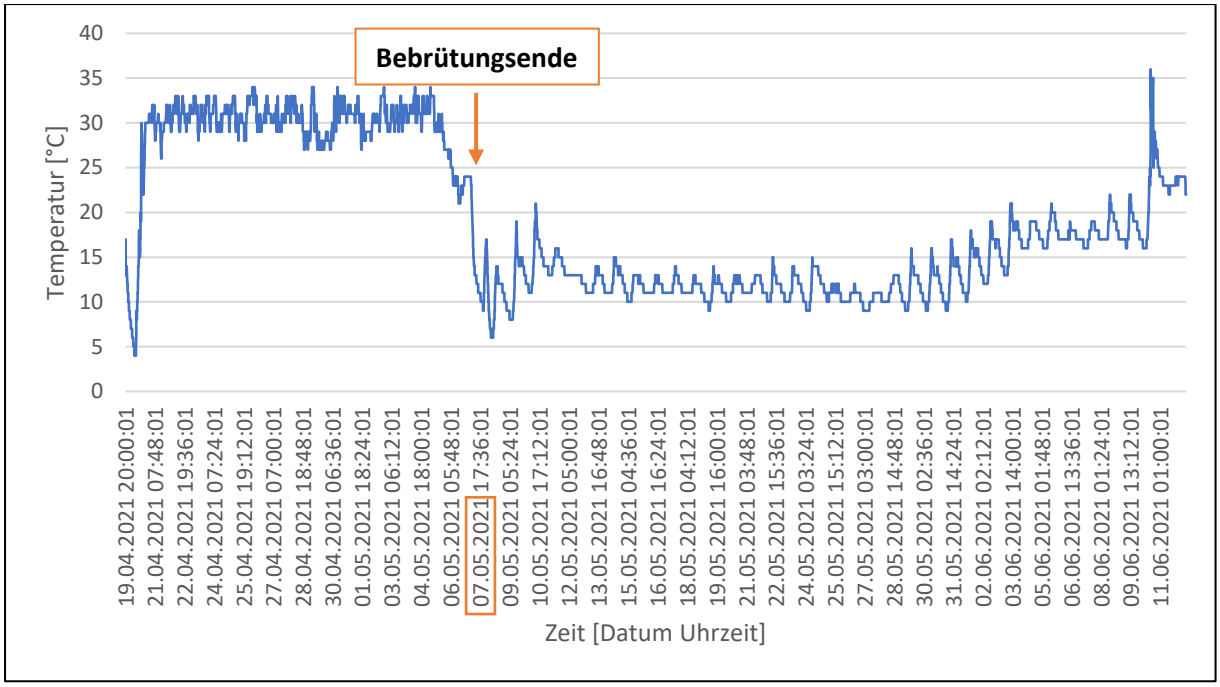

Abbildung 10: Temperaturverlauf in einem unbehandelten Kanadagansgelege (Gelege-Nr. 224, iButton T15) mit Bebrütungsende am 07.05.2021. (Aus der angegebenen Uhrzeit kann keine Information entnommen werden).

Abbildung 11: Kameraaufzeichnung eines unbehandelten Kanadagansgeleges (Gelege-Nr. 224) mit drei geschlüpften Gösseln von ursprünglich sechs Eiern (zugehöriger Temperaturverlauf siehe Abbildung 10).

3.1. Dauer bis zur Wiederaufnahme der Bebrütung

Der Behandlungsstatus zeigte keinen signifikanten Einfluss auf die Dauer bis zur Wiederaufnahme der Bebrütung im linearen Modell (p=0,410; n=55; siehe Abbildung 12). Hypothese 1 konnte somit bestätigt werden.

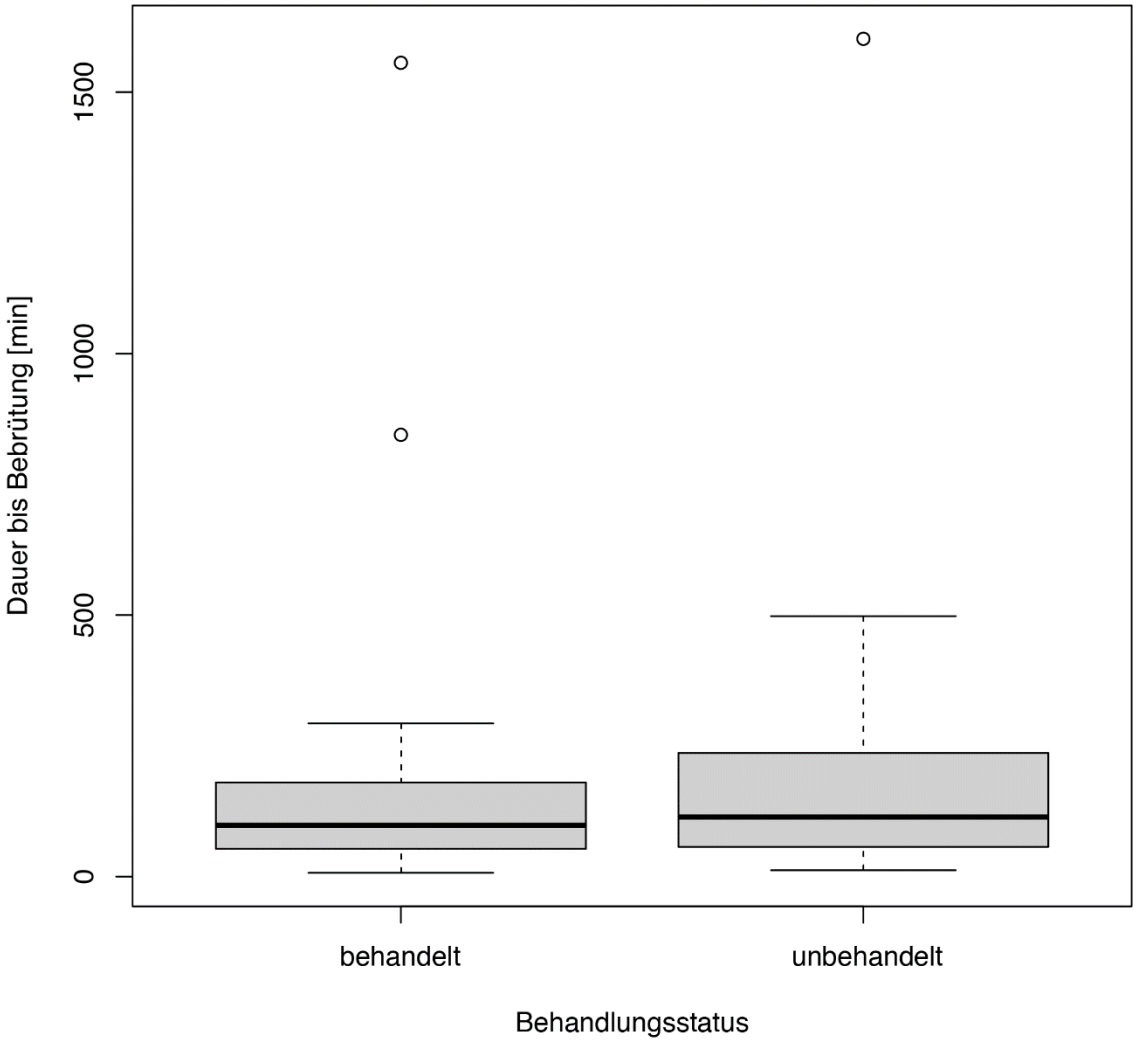

Abbildung 12: Verteilung der Dauer bis zur Wiederaufnahme der Bebrütung nach dem Eingriff [min] bei behandelten (Behandlungsstatus=ja) und unbehandelten (Behandlungsstatus=nein) Gelegen. Der Behandlungsstatus zeigte keinen signifikanten Einfluss.

Die Art hingegen hatte einen höchstsignifikanten Einfluss auf die Dauer bis zur Wiederaufnahme der Bebrütung (p<0,001). Kanadagänse brüteten im Durchschnitt bereits 61 Minuten nach Ende der Störung wieder (Standardabweichung σ=55.13). Bei Graugänsen lag der Durchschnittswert hier deutlich höher bei 354 Minuten (σ=74,10; siehe Abbildung 13). Die Gelegedichte wies einen signifikanten, negativen Einfluss im Modell auf (p=0,037; LM: Multiple R-squared=0,473, Adjusted R-squared=0,443, p<0,001).

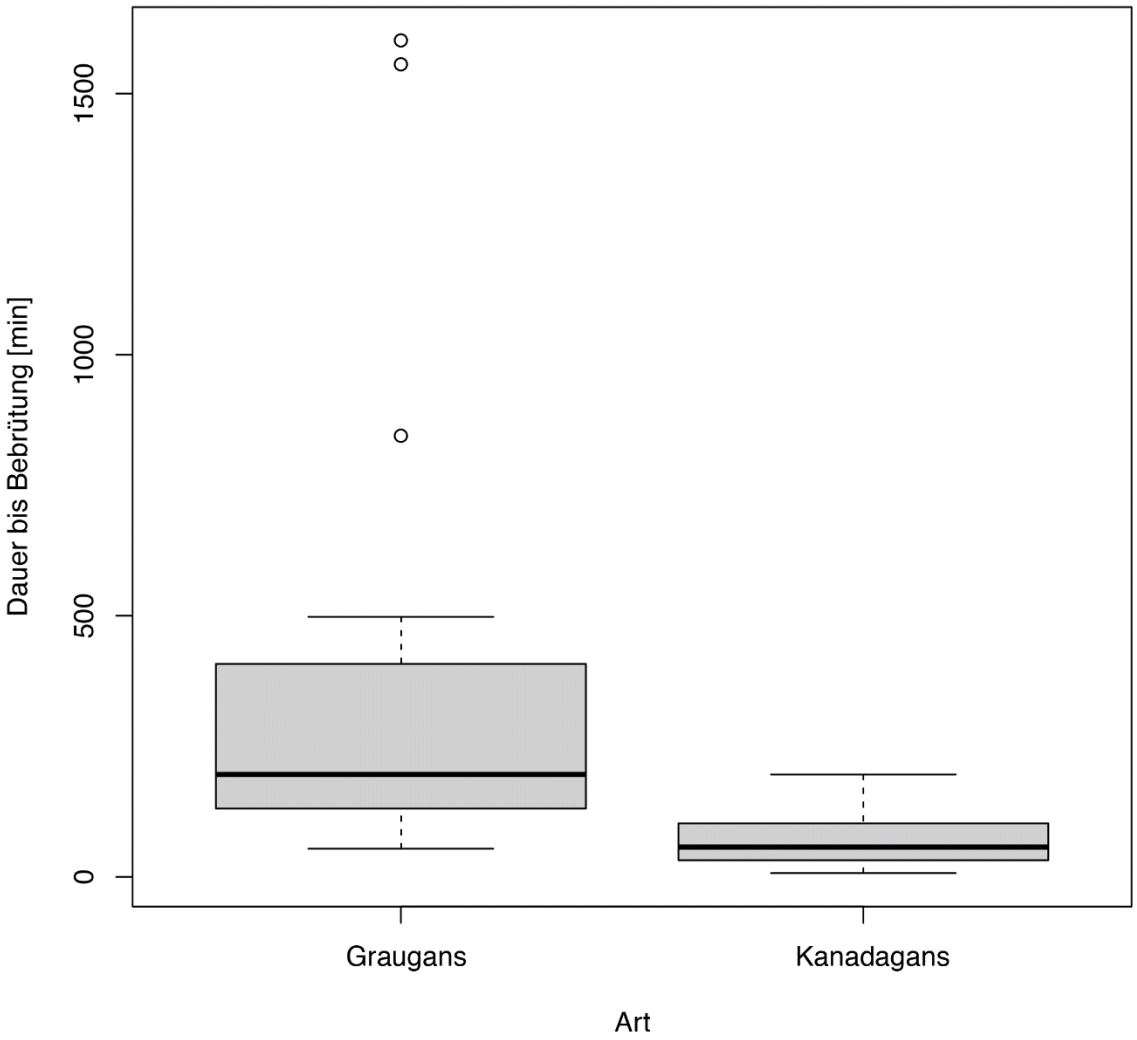

Abbildung 13: Dauer bis zur Wiederaufnahme der Bebrütung nach dem Eingriff [min], gruppiert nach Art. Der Einfluss der Variable Art war höchstsignifikant.

3.2. Häufigkeitsverteilung von Brutabbrüchen

Insgesamt wurde bei 24 der 54 Gelege, bei denen das Brutende nachvollzogen werden konnte (Bruterfolg oder Brutabbruch), ein Brutabbruch festgestellt. Davon waren zwei Drittel behandelte Gelege (16) und ein Drittel (8) unbehandelt (siehe Abbildung 14). Pearson's Qui-squared-Test zeigte einen signifikanten Unterschied bezüglich des Ergebnisses zwischen behandelten und unbehandelten Gelegen (X-squared=8,271; df=2; p =0,016).

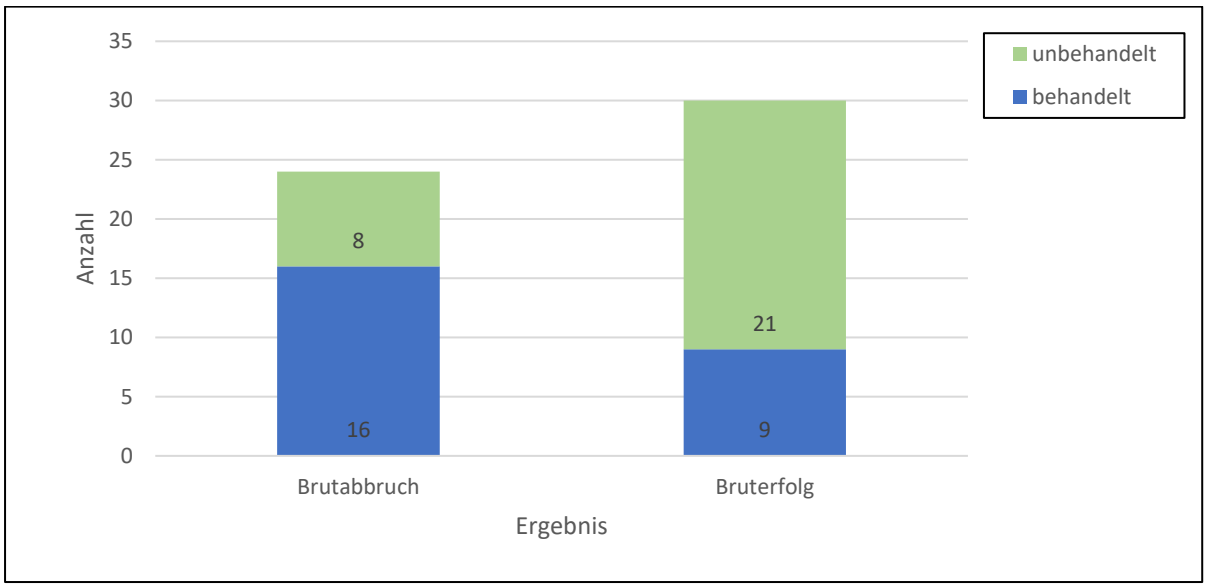

Abbildung 14: Verteilung der Gelege mit Brutabbruch oder Bruterfolg bei behandelten und unbehandelten Gelegen (n=54).

Die Brutabbrüche der Kategorie 1, also innerhalb von 24 Stunden nach dem Eingriff, verteilten sich zu ähnlichen Teilen auf die behandelten (5) und unbehandelten Gelege (4). Brutabbrüche dieser Kategorie waren meist sofort am aufgezeichneten Temperaturverlauf erkennbar, da die abgebildete Kurve die Tag-Nacht-Temperaturschwankungen darstellte (siehe Abbildung 15), im Gegensatz zur relativ konstanten Nesttemperatur bei Bebrütung (vgl. Abbildung 7/Abbildung 10). Die Kameraaufzeichnungen zeigten bei Brutabbrüchen der Kategorie 1 keine Gans, die sich langfristig auf das Gelege setzte. Im weiteren Verlauf und vor dem errechneten potenziellen Schlupftermin wurde bei sieben Gelegen mit Behandlung die Brut vorzeitig beendet. Bei den unbehandelten in Kategorie 2 waren es hingegen nur drei Gelege. Auch in der dritten Kategorie – den Brutabbrüchen nach dem errechneten Schlupftermin – überwogen die behandelten Gelege mit 4 zu 1 (siehe Abbildung 16). Der exakte Fisher-Test zeigt hier keinen signifikanten Zusammenhang zwischen Behandlungsstatus und den Brutabbruchkategorien (p=0,156).

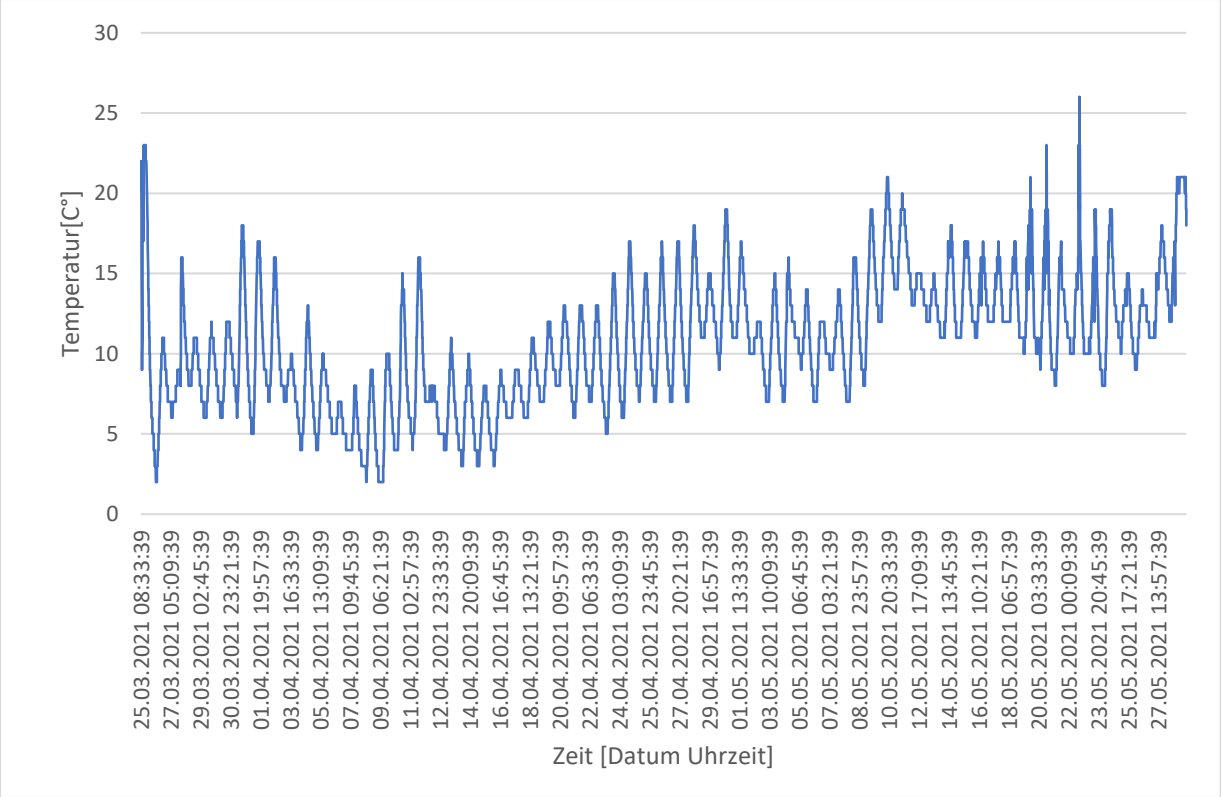

Abbildung 15: Temperaturverlauf eines Graugansgeleges (Gelege-Nr. 124, iButton T73) mit Brutabbruch in Kategorie 1. Die Bebrütung wurde innerhalb von 24 Stunden nach dem Eingriff abgebrochen. (Aus der angegebenen Uhrzeit kann keine Information gezogen werden).

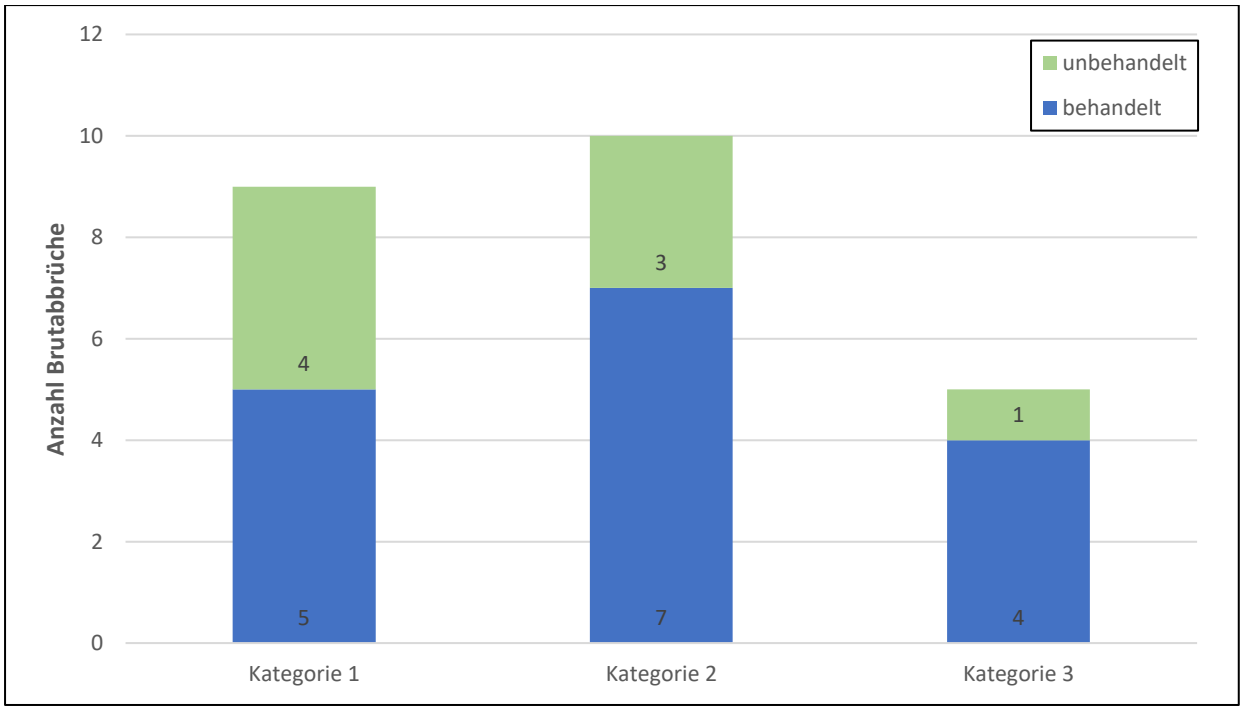

Abbildung 16: Zeitliche Verteilung der Anzahl aller Brutabbrüche im Brutverlauf (n=24). Kategorie 1 betrifft Brutabbrüche innerhalb von 24 Stunden nach dem Eingriff. Es folgt Kategorie 2 für Brutabbrüche im weiteren Brutverlauf bis zur Kategorie 3, die Brutabbrüche nach dem errechneten, potenziellen Schlupftermin beinhaltet.

Werden die Ergebnisse für beide Arten getrennt betrachtet, zeigt sich ein leichter Unterschied in der Anzahl der Brutabbruchereignisse an sich. Bei 16 der 28 Graugansgelege, bei denen der Brutverlauf vollständig dokumentiert wurde, fand Brutabbruch statt (≈57 %). Bei den Kanadagänsen waren es 8 von 26 dokumentierten Gelegen (≈31%). Unabhängig vom Behandlungsstatus zeigt sich hier ein höherer Anteil an Brutabbrüchen bei Graugänsen als bei Kanadagänsen, jedoch nicht signifikant (X-squared=4,671; df=2; p=0,097). Im Umkehrschluss war die Bruterfolgsrate bei Kanadagänsen höher, aber auch nicht signifikant.

Bei den Graugänsen konzentrierten sich die Brutabbrüche in Kategorie 1 mit drei behandelten Fällen und vier unbehandelten. Insgesamt sechs Fälle befanden sich in Brutabbruchkategorie 2, mit drei behandelten und drei unbehandelten Gelegen. Bei zwei behandelten Gelegen wurde die Brut letztendlich ohne Erfolg beendet, ein weiteres Gelege in Kategorie 3 war unbehandelt (siehe Abbildung 17, links). Hier konnte kein signifikanter Unterschied zwischen behandelten und unbehandelten Gelegen für die Brutabbruchkategorien bei Graugänsen nachgewiesen werden (exakter Fisher-Test: p=0,952). Bei den Kanadagänsen fanden alle Brutabbruch-Ereignisse bei behandelten Gelegen statt. Jeweils zwei Bruten wurden in Kategorie 1 und 3 abgebrochen, vier Bruten wurden vorzeitig in Kategorie 2 beendet (siehe Abbildung 17, rechts). Der Unterschied der Verteilung der Brutabbruchkategorien für behandelte und unbehandelte Gelege bei Kanadagänsen ist hier nach Fisher's exaktem Test hochsignifikant (p=0,003).

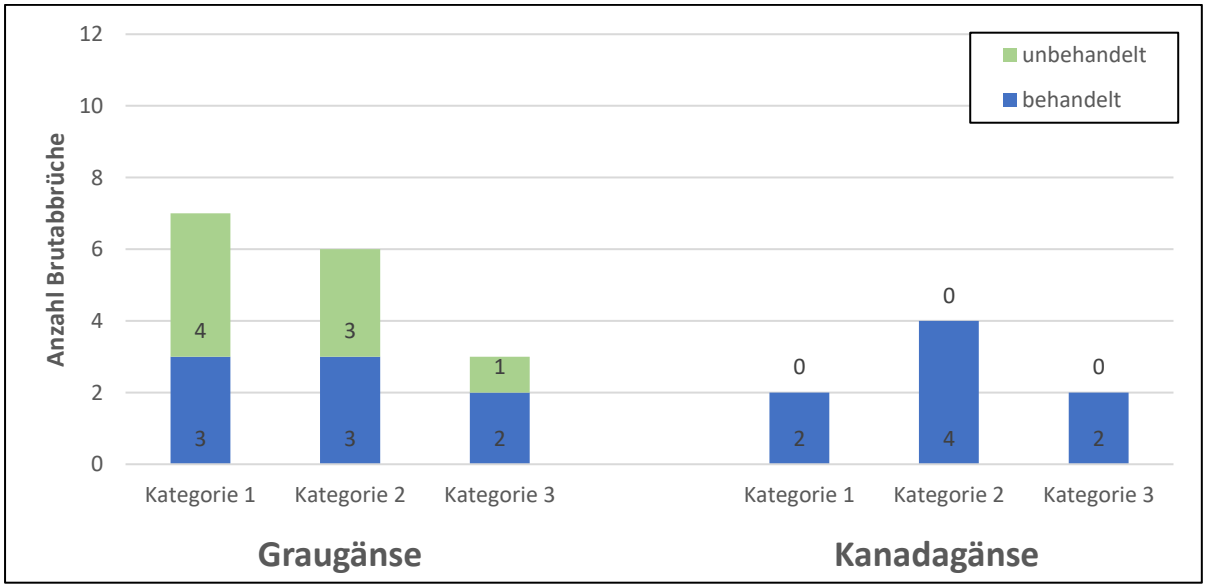

Abbildung 17: Verteilung der Anzahl der Brutabbrüche (n=24) bei Graugänsen (links) und Kanadagänsen (rechts). Kategorie 1 betrifft Brutabbrüche innerhalb von 24 Stunden nach dem Eingriff. Es folgt Kategorie 2 für Brutabbrüche im weiteren Brutverlauf bis zur Kategorie 3, die Brutabbrüche nach dem errechneten, potenziellen Schlupftermin beinhaltet.

3.3. Familiengrößen bei behandelten und unbehandelten Gelegen

Die Anzahl der geschlüpften Gössel in einem Gelege variierte von null bis acht geschlüpften Gösseln. Das GLM mit quasi-Poisson-Verteilung wies einen höchstsignifikanten Einfluss der Gelegebehandlung auf die Anzahl der Gössel nach ($p<0{,}001$; siehe Abbildung 18). Bei behandelten Gelegen schlüpften im Durchschnitt 0,52 Gössel. Bei unbehandelten Gelegen waren es durchschnittlich 3,46 geschlüpfte Gössel (siehe Abbildung 18 und Tabelle 3). Behandelte Gelege brachten somit im Durchschnitt 2,94 Gössel weniger hervor. Hierbei sind auch Gelege mit Brutabbruch miteinbezogen.

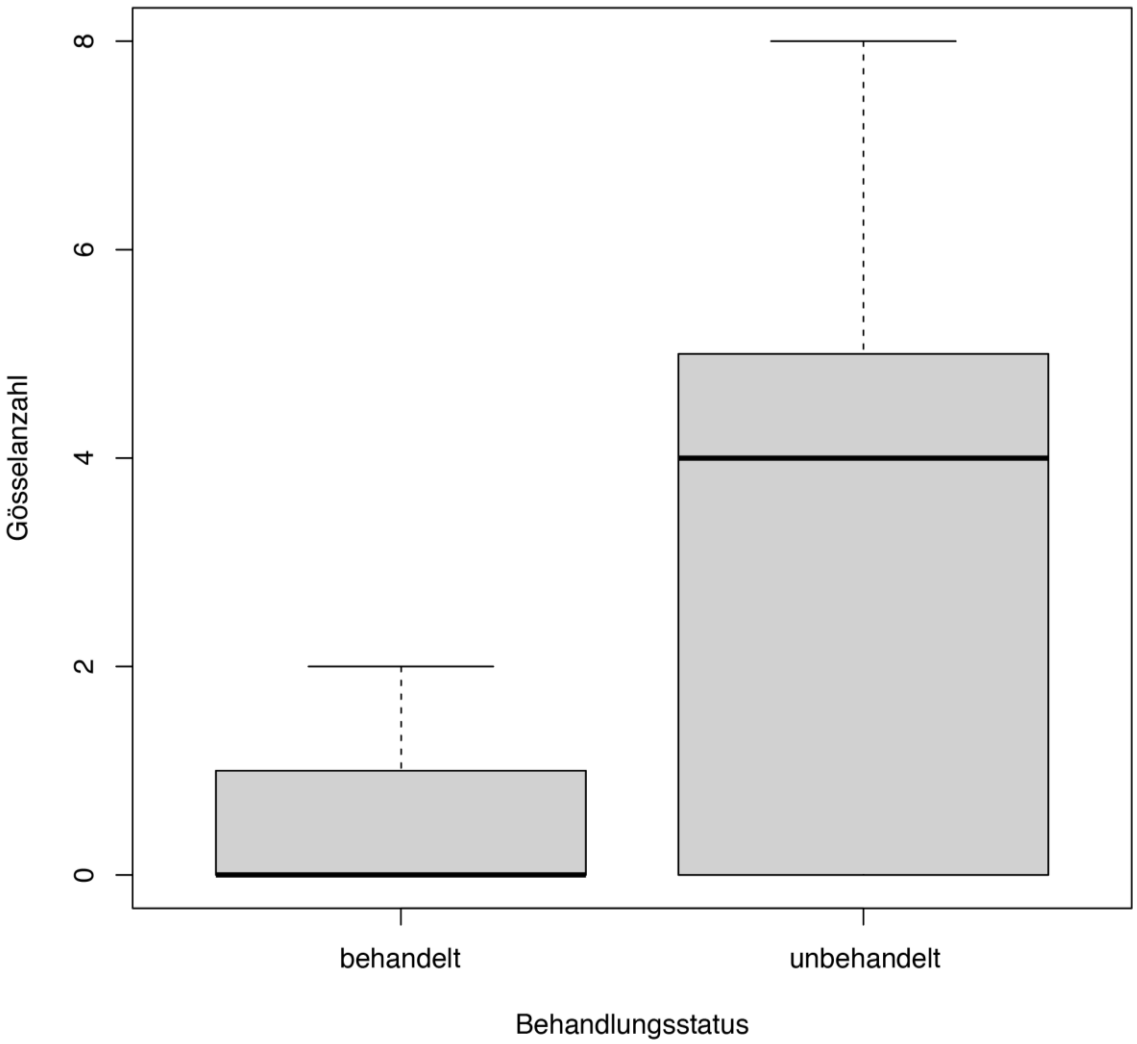

Abbildung 18: Gösselanzahl bei behandelten und unbehandelten Gelegen (n=53). Der Unterschied erwies sich im linearen Modell als höchstsignifikant.

Tabelle 3: Durchschnittliche Gösselanzahl bei behandelten und unbehandelten Gelegen.

Gösselanzahl	Behandelt	Unbehandelt	Reduktion
Alle Gelege (n=53)	0,52 (σ=0,770)	3,46 (σ=2,631)	2,94
Nur Gelege mit Bruterfolg (n=30)	1,44 (σ=0,527)	4,86 (σ=1,666)	3,42

Die Gelegedichte und die Art zeigten keinen Einfluss auf die Anzahl der geschlüpften Gössel. Bei behandelten Gelegen verteilte sich die Gösselanzahl für beide Arten gleich (siehe Abbildung 19). Bei den unbehandelten Gelegen war das Maximum bei Graugänsen mit acht geschlüpften Gösseln etwas höher als bei den Kanadagänsen mit einem Maximum von fünf Gösseln (sieheAbbildung 19). Die Eieranzahl aus DG1 zeigte einen positiven Trend bezüglich der Gösselanzahl (p=0,077). Im Modell mit der maximalen Eieranzahl anstelle der Eieranzahl aus DG1 ergab sich dieser Effekt nicht, daher wurde die Eieranzahl aus DG1 als aussagekräftigere Variable miteinbezogen. Betrachtet man nur die unbehandelten Gelege inklusive Brutabbrüche, ergibt sich kein signifikanter Unterschied zwischen den beiden Arten bezüglich der Gösselanzahl unter Einbeziehung der Eieranzahl aus DG1 und der Gelegedichte (n=28, p=0,379). Graugänse ohne Gelegebehandlung brachten durchschnittlich 3,13 Gössel hervor (n=16), bei den Kanadagänsen waren es 3,92 Gössel (n=12; siehe Abbildung 19).

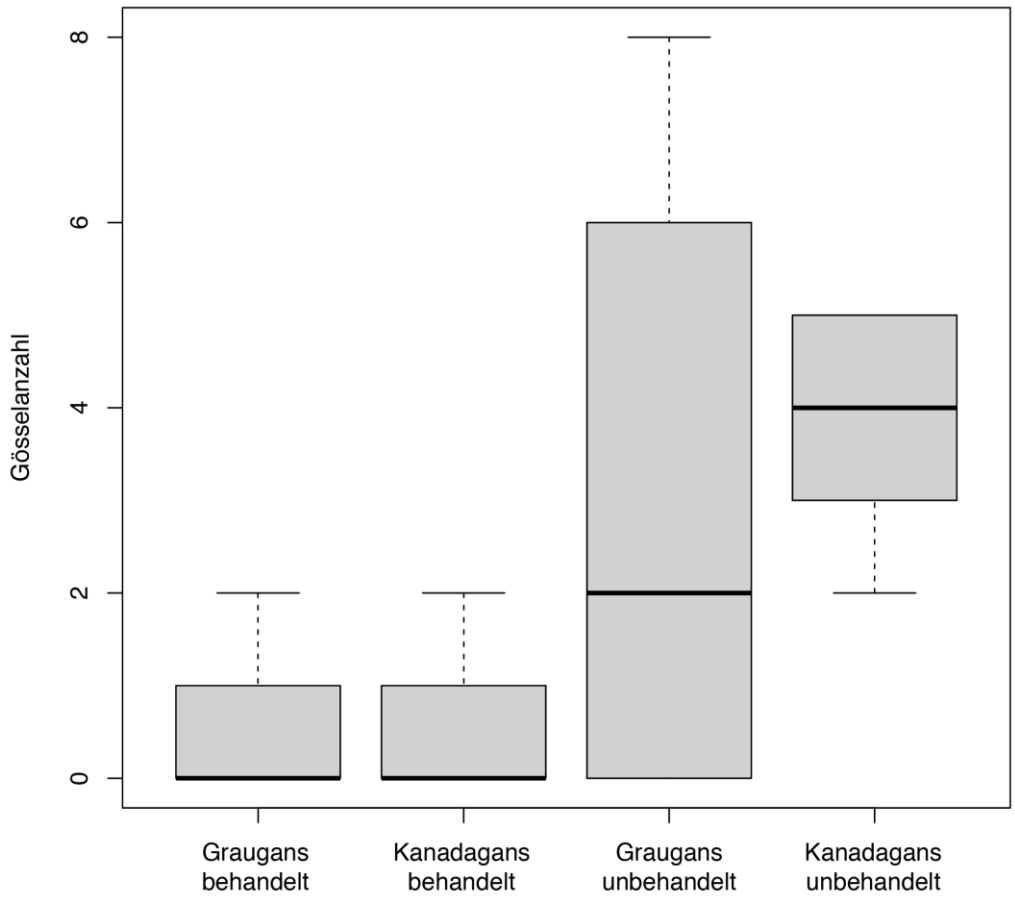

Abbildung 19: Gösselanzahl bei behandelten und unbehandelten Gelegen der beiden Arten. Brutabbrüche sind hier miteinbezogen.

Wird der Datensatz auf die Gelege mit Bruterfolg reduziert (n=30), bildet der Behandlungsstatus den einzigen und höchstsignifikanten Einfluss (p<0,001) im Modell. Weder die Art noch die Gelegedichte oder die Eieranzahl aus DG1 zeigten einen signifikanten Einfluss. Bei behandelten Gelegen mit Bruterfolg schlüpften im Schnitt 1,44 Gössel, bei unbehandelten Gelegen mit Bruterfolg waren es durchschnittlich 4,85 Gössel (siehe Tabelle 3). Nachdem die Gelegedichte und die Eieranzahl aus dem Modell entfernt wurden, wies auch die Art einen signifikanten Einfluss auf die Gösselanzahl auf (p=0,028). Kanadagänse mit Bruterfolg brachten ohne Berücksichtigung des Behandlungsstatus 1,49 Gössel weniger hervor als Graugänse (σ=0,765; siehe Abbildung 20).

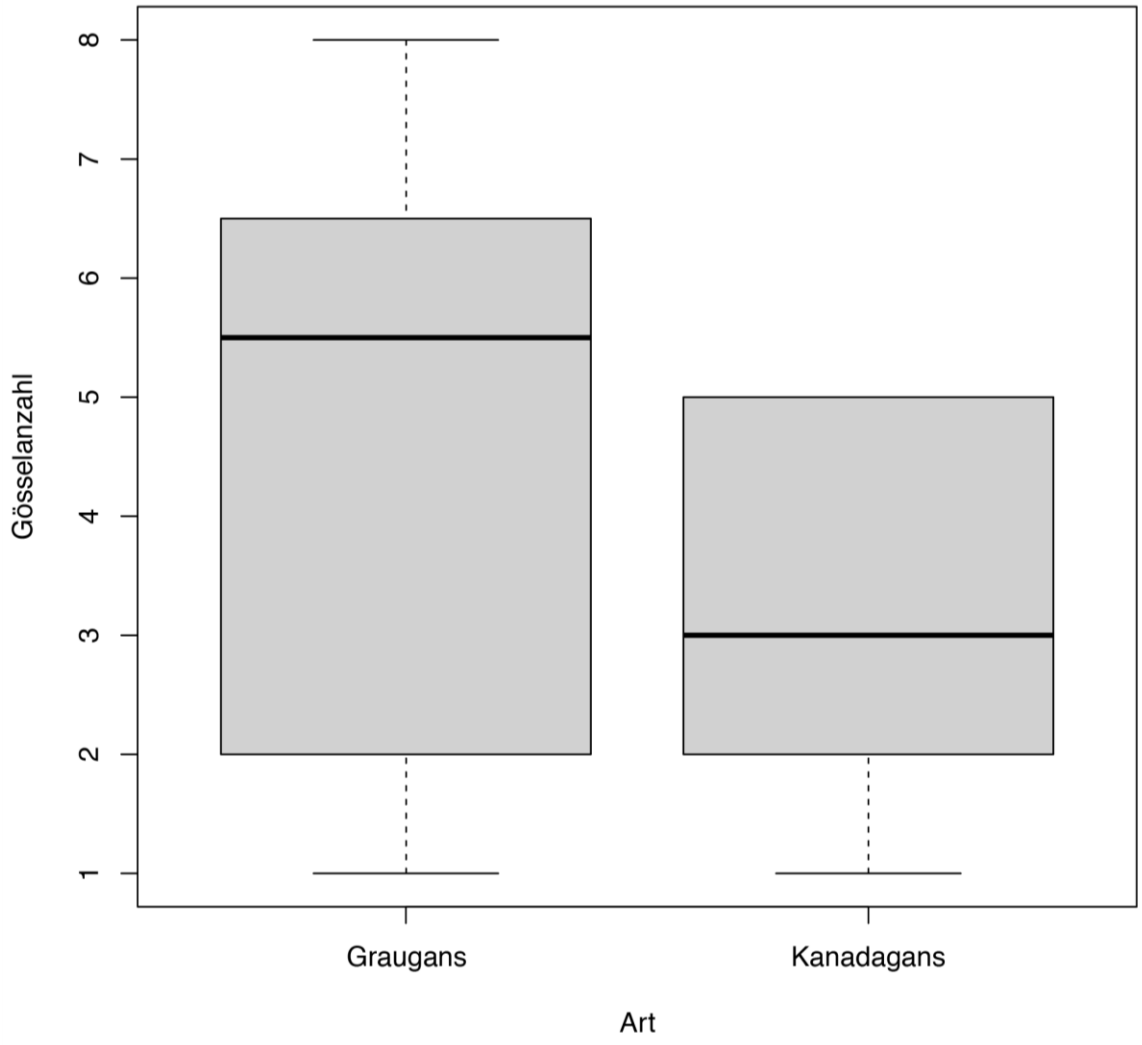

Abbildung 20: Verteilung der Gösselanzahl bei behandelten und unbehandelten Grau- und Kanadagansgelegen mit Bruterfolg (n=30). Der Mittelwert für die Gösselanzahl bei Graugänsen liegt bei 4,47, bei Kanadagänsen bei 3,18 Gösseln. Der Einfluss der Art im GLM war signifikant.

3.4. Häufigkeit nachgelegter Eier nach dem Eingriff

Der Wilcoxon-Rangsummentest zeigte keinen signifikanten Unterschied der Anzahl nachgelegter Eier bei behandelten und unbehandelten Gelegen (p=0,109). Im Durchschnitt wurden 1,1 Eier nachgelegt. Allerdings wurde bei 47 von 63 Gelege kein nachgelegtes Ei dokumentiert. In den übrigen 16 Gelegen befanden sich im zweiten Durchgang durchschnittlich 2,7 nachgelegte Eier, mit einem Maximum von 6 Eiern (siehe Abbildung 21).

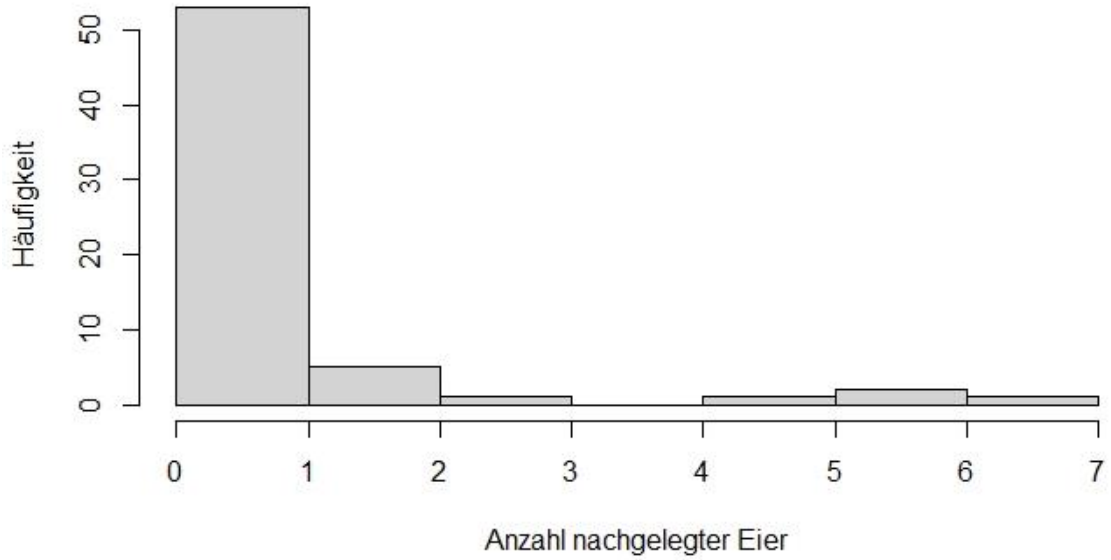

Abbildung 21: Häufigkeitsverteilung der Anzahl nachgelegter Eier zwischen dem ersten und dem zweiten Durchgang.

Die Kontingenztabelle aus den Variablen Behandlungsstatus und der Nachgelegekategorie zeigte, dass sich unter den Gelegen mit nachgelegten Eiern (n=18) zwei Drittel auf die unbehandelten Gelege verteilten, 6 waren behandelt. Unter den 37 Gelegen ohne nachgelegte Eier waren 26 behandelt und 21 unbehandelt. Pearson's Chi-squared-Test zeigte hier keinen signifikanten Zusammenhang (X-squared=1,714; df=1; p=0,190).

3.5. Brutverlauf bei Mischgelegen von Grau- und Nilgans

Zusätzlich wurde ein Monitoring bei drei Gelegen durchgeführt, die sowohl Eier von Grau- als auch von Nilgänsen enthielten. In zwei Fällen brütete zum Zeitpunkt des ersten Durchgangs die Nilgans, beim dritten Gelege die Graugans. Diese Gelege wurden als Einzelphänomene betrachtet und daher nicht in die Gesamtauswertung miteinbezogen. Der Brutverlauf wird hier lediglich beschrieben und interpretiert, insbesondere die Eieranzahl der beiden Arten je Gelege für beide Durchgänge (siehe Tabelle 4).

Tabelle 4: Verteilung der Eieranzahl im Nest bei Mischgelegen aus Grau- und Nilganseiern für zwei Behandlungsdurchgänge.

		Eieranzahl Durchgang 1		Eieranzahl Durchgang 2		Brutabbruch-kategorie
	Brütende Art	**Graugans**	**Nilgans**	**Graugans**	**Nilgans**	
Mischgelege 1	Graugans	11	3	8	3	3
Mischgelege 2	Nilgans	2	12	2	13	2
Mischgelege 3	Nilgans	2	9	2	3	2

In jedem Gelege verblieben jeweils zwei Grau- und zwei Nilganseier unbehandelt. Die Eier der beiden Arten lassen sich optisch deutlich unterscheiden, wobei Nilganseier kleiner und rundlich sind und eine glattere, cremeweiße Schalenoberfläche besitzen (siehe Abbildung 22; Bauer et al. 2012). Behandelte Nilganseier aus dem ersten Durchgang wiesen im Gegensatz zu den Grauganseiern im zweiten Durchgang eine deutliche Verfärbung auf, die durch die Schale schimmerte (siehe Abbildung 23).

Abbildung 22: Mischgelege aus neun Grauganseiern und zwei deutlich kleineren, weißen Nilganseiern. Die Aufzeichnung erfolgte während der Gelegebehandlung, daher ist das Gelege nicht vollständig.

Abbildung 23: Unbehandeltes Nilgansei oben im Vergleich zum behandelten, beim zweiten Durchgang deutlich verfärbten Nilgansei unten.

Das erste Mischgelege befand sich auf der Insel P4.1 im Gebiet Straubing (siehe Anhang B). Im ersten Durchgang (25.03.2021) befanden sich elf Grauganseier im Nest und drei Nilganseier. Die Eier waren zu diesem Zeitpunkt in der ersten Woche angebrütet, die Bebrütung erfolgte durch eine Graugans. Nach dem Eingriff wurde die Bebrütung nach 1:53h wieder aufgenommen. Beim zweiten Durchgang (10.04.2021) waren noch immer alle drei Nilganseier (inklusive des behandelten) im Nest. Von den Grauganseiern waren nur noch acht vorhanden, ein unbehandeltes und zwei behandelte fehlten. Die Eier waren noch immer bebrütet und das Entwicklungsstadium zeigte eine Bebrütung über mehr als 14 Tage an. Das Gelege wurde letztendlich am 23.04.2021 aufgegeben. Zu diesem Zeitpunkt waren die Eier mindestens vier Wochen bebrütet, der Brutabbruch war daher in Kategorie 3 einzustufen. Zuvor waren bereits zwei behandelte Eier geplatzt, der Inhalt wurde von der Gans aufgefressen. Beim Abbau waren noch sechs ganze Eier am Nest auffindbar (vier Grauganseier, je zwei behandelt und unbehandelt; zwei Nilganseier, eines behandelt und eines unbehandelt).

Das zweite Mischgelege befand sich auf der Insel P3, ebenfalls im Straubinger Untersuchungsgebiet (siehe Anhang A). Hier bebrütete eine Nilgans zwei Grauganseier und 12 Nilganseier. Die Eier waren beim ersten Durchgang (26.03.2021) in der ersten Woche angebrütet. Die Nilgans nahm nach 2:37h die Bebrütung wieder auf. Beim zweiten Durchgang (10.04.2021) befanden sich 13 Nilganseier im Nest, eines davon war nachgelegt worden. Die zwei Grauganseier waren ebenfalls noch vorhanden. Die Eier waren zu diesem Zeitpunkt nicht mehr bebrütet. Die Kameraaufzeichnungen zeigten, dass

die Nilgans das Gelege am 28.03.2021 ohne ersichtlichen Grund verließ und nicht mehr zurückkehrte.

Mischgelege 3 wurde ebenfalls von einer Nilgans bebrütet. Das Gelege befand sich auf der Insel BA15.1 im Maintal (siehe Anhang A). Am 01.04.2021 befanden sich zwei Graugans- und neun Nilganseier im Nest, die Eier waren angebrütet. Im nächsten Durchgang am 21.04.2021 waren noch beide Grauganseier vorhanden, von den Nilganseiern befanden sich nur noch drei im Nest (zwei behandelte, ein unbehandeltes). Die Eier hatten zu diesem Zeitpunkt den 14. Bebrütungstag bereits überschritten. Die Kamera wurde erst bei diesem Durchgang installiert. Die Nilgans nahm nach 1:33h die Bebrütung am Nest wieder auf. Am 24.04.2021 verschwand sie vom Gelege.

4. Diskussion

Im Folgenden werden die ausgewerteten Ergebnisse diskutiert. Zunächst wird die Störungsanfälligkeit von Wildgänsen unter Betrachtung der Dauer bis zur Wiederaufnahme der Bebrütung (siehe Ergebnisse unter Punkt 3.1.) und der Verteilung der Brutabbrüche (siehe Ergebnisse unter Punkt 3.2.) analysiert und eingestuft. Es folgt eine Bewertung der Effektivität der Gelegebehandlung im Hinblick auf die ermittelten Familiengrößen und die Häufigkeit nachgelegter Eier (siehe Ergebnisse unter Punkt 3.3. und 3.4.). Als drittes wird der dokumentierte Brutverlauf der drei Mischgelege aus Grau- und Nilgans interpretiert (siehe Ergebnisse unter Punkt 3.5.). Abschließend erfolgt die Evaluierung der eingesetzten Technik und Methode sowie ein allgemeines Fazit.

4.1. Störungsanfälligkeit von Wildgänsen

Es wurde kein signifikanter Unterschied der Dauer bis zur Wiederaufnahme der Bebrütung nach dem Eingriff bei behandelten und unbehandelten Gelegen festgestellt, Hypothese 1 konnte bestätigt werden. Neumann (2018) verglich behandelte und unbehandelte Kanadagansgelege hinsichtlich der Dauer bis zur Rückkehr ans Gelege und der Wiederaufnahme der Bebrütung und stellte ebenso keinen signifikanten Unterschied fest. Die Störung des Eingriffes, unabhängig davon, ob eine Behandlung stattfand oder nicht, war zunächst die gleiche. Die Gänse wurden in beiden Fällen vom Gelege vertrieben, Eier wurden aus dem Nest genommen und wieder hineingelegt und die Geräte zur Datenaufzeichnung ausgebracht. Hätten die Gänse die Gelegebehandlung an sich wahrgenommen und als zusätzlich zur Störung negativen Einfluss empfunden, hätten sie womöglich länger gezögert, die Eier wieder zu bebrüten. Daher wurde hier bewusst nicht die Dauer bis zur Rückkehr zum Nest, sondern bis zur Wiederaufnahme der Bebrütung gewählt, da die Gänse erst nach der Rückkehr ans Nest die Gelegebehandlung wahrnehmen könnten.

Es wird angenommen, dass die Gänse die Gelegebehandlung selbst zunächst nicht erkennen. Ein höchstsignifikanter Unterschied lag hier jedoch zwischen den beiden Arten Grau- und Kanadagans vor. Graugänse zeigten eine deutlich höhere Störungsanfälligkeit, indem sie erst nach etwa sechs Stunden im Durchschnitt die Bebrütung wieder aufnahmen, bei Kanadagänsen geschah dies bereits durchschnittlich eine Stunde nach dem Eingriff. Graugänse blieben dem Nest also in etwa sechsmal so lange fern (siehe Abbildung 13). Miller et al. (2013) ermittelten für Kanadagänse eine durchschnittliche Abwesenheitsdauer vom Nest von 45,4 Minuten. Berücksichtigt man, dass von der Rückkehr bis zur Wiederaufnahme der Bebrütung mehrere Minuten vergingen, deckt sich dieses Ergebnis in etwa mit dem aus der vorliegenden Studie. Während der Feldarbeit zeigten sich bereits Unterschiede im Verhalten der beiden Arten. Graugänse verließen das Nest zum Teil bereits beim Erreichen der Insel durch das Behandlungsteam. Beim Verlassen der Insel befanden sich die meisten Gänse noch auf dem Wasser. Kanadagänse hingegen mussten aktiv vom Gelege vertrieben werden

und kehrten zum Teil direkt nach dem Eingriff, während sich das Monitoring-Team noch auf der Insel befand, ans Nest zurück. Bei Graugänsen entsteht hier durch das Verhalten der Gänse eine größere Gefahr des vorzeitigen Auskühlens des Geleges. Verstärkt wird dieser Effekt dadurch, dass die Eingriffe bei Graugänsen durch die unterschiedlichen Brutzeiten der beiden Arten ca. vier Wochen früher stattfanden und dadurch kühleren Temperaturen ausgesetzt waren.

Die Gelegedichte zeigte im Modell einen negativen, signifikanten Einfluss auf die Dauer bis zur Wiederaufnahme der Bebrütung. Dies lässt sich zum einen dadurch erklären, dass auf Inseln mit einer höheren Gelegedichte der innerartliche Stress größer ist und durch den Gewöhnungseffekt womöglich eine erhöhte Toleranz gegenüber Störungen ausgebildet wird. Gleichzeitig wird eine vermeintliche Gefährdung schneller entschärft, wenn sich erste Gänse zurück auf die Insel trauen. Beim Äsungsverhalten von Gänsen wurde bereits beobachtet, dass diese auf das Verhalten anderer Gänse reagieren und gezielt Flächen aufsuchen, auf denen bereits Gänse anwesend sind. Diese Verhaltensweise macht sich zum Beispiel die Lockjagd zunutze. Gleichzeitig stellt es ein Problem dar, wenn einzelne Gänse Vergrämungsmaßnahmen überwinden und andere Gänse folgen (Wagner et al. 2019). Es ist anzunehmen, dass der Effekt, dem Verhalten anderer Gänse zu folgen, auch bei der Rückkehr nach einer Störung eine Rolle spielt. Bei einer höheren Brutdichte ist die Wahrscheinlichkeit dementsprechend höher, dass einzelne Gänse früher auf die Insel zurückkehren und andere Gänse mitziehen. Miller et al. (2013) beobachteten einen schwachen Zusammenhang bezüglich der Gelegegröße und der Dauer bis zur Rückkehr nach einer Störung. Die Gelegegröße wurde in der vorliegenden Auswertung nicht mitberücksichtig und könnte bei einer weiterführenden Auswertung der Daten miteinbezogen werden.

Obwohl sich Graugänse hinsichtlich der Dauer bis zur Wiederaufnahme der Bebrütung störungsempfindlicher zeigten als Kanadagänse, fanden bei Graugänsen nicht signifikant mehr Brutabbrüche statt. Es ist also nicht davon auszugehen, dass die lange Abwesenheit der Gänse die angebrüteten Eier beeinträchtigt hat. Bei der Feldarbeit wurde darauf geachtet, sich möglichst kurz und nicht bei nassen und kalten Witterungsbedingungen auf den Inseln aufzuhalten. Diese Vorgehensweise ist auf jeden Fall beizubehalten. Die höhere Störungsanfälligkeit der Graugänse sollte bei Eingriffen wie der Gelegebehandlung stets Berücksichtigung finden und bei dieser Art besonders auf Temperaturen, Niederschlag und zügiges Arbeiten geachtet werden, damit die Eier nicht zu stark auskühlen. Da Graugänse die Nester auch früher vor dem Eingriff verlassen hatten, gibt die Dauer bis zur Wiederaufnahme der Bebrütung nicht exakt die Abwesenheit der Gans vom Nest wieder. Diese wird möglicherweise unterschätzt, der Unterschied zwischen den beiden Arten ist in der Realität womöglich noch größer. König et al. (2013) stellten für Graugänse eine Reaktionsdistanz von 1,5m (Median) fest, bei Kanadagänsen lag diese mit 1m (Median) niedriger. Dies unterstreicht die unterschiedliche Störungsanfälligkeit der beiden Arten. Der Fluchtzeitpunkt ließ sich durch die Anzahl der Gelege und die Inselstruktur nicht flächendeckend mitaufnehmen und stellt hier keine geeignete alternative Aufnahmemethode dar. Bei Gelegebehandlungen im urbanen Raum hat der Eingriff eventuell eine kürzere Abwesenheitsdauer zur Folge. Kleinhenz & König (2013) ermittelten für Graugänse am Altmühlsee eine frühere Fluchtreaktion auf Störungen während der

Jungenaufzucht im Vergleich zu Gänsefamilien im Münchner Stadtgebiet, wo die Gänse die Anwesenheit von Menschen gewöhnt waren. Zu berücksichtigen ist jedoch, dass die Gänse für die Brutzeit geschützte Inseln aufsuchen, auf denen die Anwesenheit von Menschen trotzdem einen unerwarteten Störfaktor darstellt. König et al. (2013) dokumentierten bereits, dass Graugänse stärker und früher auf menschliche Störungseinflüsse reagieren als Kanadagänse.

Behandelte Gelege wiesen signifikant häufiger Brutabbrüche auf, Hypothese 2 musste verworfen werden. Zwei Drittel der Gelege mit Brutabbruch wurden vorher behandelt, gleichzeitig waren in etwa zwei Drittel der Gelege mit Bruterfolg unbehandelt (siehe Abbildung 14). Diese Ergebnisse decken sich nicht mit dem Ergebnis aus der vorherigen Abschlussarbeit an der LfL, die keine signifikanten Unterschiede des Bruterfolgs zwischen behandelten und unbehandelten Kanadagansgelegen feststellte (Neumann 2018). Über die Wildkameraaufzeichnungen konnten keine spezifischen Ereignisse wie Prädation oder intraspezifische Konkurrenz festgestellt werden, die den Brutabbruch letztendlich ausgelöst haben könnten. Um potenzielle Ursachen für Brutabbrüche zu identifizieren, wurde die Kategorisierung der Brutabbrüche nach dem entsprechenden Zeitpunkt vorgenommen: Brutabbrüche innerhalb von 24 Stunden nach dem Eingriff (Kategorie 1), im weiteren Verlauf bis zum potenziellen Schlupftermin (Kategorie 2) und nach dem errechneten, potenziellen Schlupftermin (Kategorie 3). Zwischen den Kategorien wurden keine signifikanten Unterschiede bezüglich des Behandlungsstatus festgestellt. Der Datensatz ist hier jedoch sehr klein, jede Kategorie enthielt maximal zehn untersuchte Gelege.

Die Brutabbrüche innerhalb von 24 Stunden nach dem Eingriff verteilten sich relativ ausgewogen auf die Gruppen „behandelt“ und „unbehandelt“ (siehe Abbildung 16). Hier ist anzunehmen, dass die Störung am Nest zum Brutabbruch geführt hat, nicht jedoch die Gelegebehandlung selbst, behandelte und unbehandelte Gelege wurden gleichermaßen gestört. Die Gänse könnten hier noch ein komplett neues Gelege beginnen. Wright & Phillips (1991) dokumentierten für 80% der Gänse mit einem Brutverlust in den ersten zwölf Tagen der Brutsaison Nachgelege. Da die Gelegebehandlung so nicht den gewünschten Effekt erzielen würde, ist ein zweiter Durchgang auch sinnvoll, um die Nachgelege aufgrund der Brutabbrüche mit abzudecken. Die wenigsten Brutabbrüche fanden in Kategorie 3 statt, hier waren jedoch 80% der Gelege behandelt. Brutabbrüche in dieser Kategorie sind als ausbleibender Bruterfolg zu interpretieren. Der errechnete Schlupftermin ist überschritten, die Gans hört aufgrund der überschrittenen Bebrütungsdauer auf zu brüten. Unabhängig von der Gelegebehandlung könnten die Eier auch auf natürliche Weise abgestorben sein. Bei behandelten Gelegen können aus maximal zwei Eiern Gössel schlüpfen. Bei unbehandelten Gelegen ist die Wahrscheinlichkeit also deutlich höher, dass zumindest aus einem Ei ein Gössel schlüpft. Brutabbrüche in Kategorie 3 sind daher möglicherweise durch zufällige Absterbe-Ereignisse zu erklären.

Entscheidend für die Interpretation der Auswirkung der Gelegebehandlung sind Brutabbrüche in dem Zeitfenster zwischen den beiden Kategorien, in Kategorie 2. Hier wird auch der höchste Anteil der Brutabbrüche verzeichnet, mit einer Verteilung von 70% auf behandelte Gelege. In den meisten Fällen verließen die Gänse ohne erkennbaren Grund plötzlich das Nest. Durch die

Auslöseverzögerung von zwei Minuten könnten Störereignisse, die den Brutabbruch ausgelöst haben könnten, möglicherweise nicht mitaufgezeichnet worden sein. Eine mögliche Erklärung wäre, dass die Gans während der Bebrütung wahrnimmt, dass die Entwicklung in einem Großteil der Eier stoppt und die Bebrütung daher abbricht. Gegen diese Annahme spricht, dass einige Gänse über die natürliche Bebrütungsdauer hinaus das Gelege bebrüteten, wobei der Bruterfolg am Ende ausblieb. Dokumentationen alternativer Methoden, bei denen das komplette Gelege durch Ei-Attrappen aus Holz oder gekochte Eiern ersetzt wurden, zeigten, dass Grau- und Kanadagänse das Gelege weiterbebrüteten. Mit durchschnittlich 38 Tagen ging dieses Verhalten bei Kanadagänsen deutlich über die natürliche Bebrütungsdauer von 28-30 Tagen hinaus (Wright&Phillips 1991). Eine Wahrnehmung der ausbleibenden Embryonalentwicklung im Ei und eine daraus resultierende Reaktion durch die Gans ist demnach nicht anzunehmen.

Da der Datensatz für Brutabbrüche in Kategorie 2 sehr klein war und keine signifikanten Unterschiede festzustellen waren, ist eine weitere Untersuchung der Ursachen für Brutabbruch notwendig, um einen Bezug zur Gelegebehandlung gegebenenfalls ausschließen zu können. Betrachten wir die Brutabbruchkategorien getrennt für die beiden Arten, zeigt sich bei Graugänsen kein signifikanter Unterschied zwischen behandelten und unbehandelten Gelegen. Diese verteilten sich relativ ausgewogen auf die drei Brutabbruchkategorien (siehe Abbildung 17, links). Dies spricht für eine allgemein höhere Störungsanfälligkeit bei Graugänsen und eine erhöhte Tendenz Bruten abzubrechen, was jedoch nicht direkt durch die Gelegebehandlung beeinflusst ist.

Bei Kanadagänsen hingegen hatte der Behandlungsstatus einen hochsignifikanten Einfluss auf die Brutabbruchkategorien. Keine einzige Brut ohne Behandlung wurde hier abgebrochen (siehe Abbildung 17, rechts). Da Kanadagänse auch schneller die Bebrütung nach dem Eingriff wieder aufnahmen, ist davon auszugehen, dass die Störungsanfälligkeit bei Kanadagänsen entsprechend gering ist und das Störereignis an sich keine Ursache für einen Brutabbruch darstellt. Die meisten Brutabbrüche bei Kanadagänsen fanden in Kategorie 2 statt. In zwei Fällen war auf den Kameraaufzeichnungen erkennbar, dass eines der behandelten Eier kurz vorher geplatzt war. Die Verunreinigung im Nest könnte Auslöser für den Brutabbruch gewesen sein, da durch den austretenden Geruch Prädatoren oder Aasfresser angelockt werden könnten. Während dem zweiten Durchgang bei den Kanadagänsen wurde beobachtet, wie eine Gans ein geplatztes, im ersten Durchgang behandeltes Ei vollständig auffraß und die Bebrütung wieder aufnahm. Geplatzte Eier müssen also nicht zwangsläufig zum Brutabbruch führen. Auf einer Insel (BA13.2, Maintal) wurde mehrmals nach Bebrütungsende ein Fuchs an Nestern aufgezeichnet. Zwei der abgebrochenen Kanadagansgelege befanden sich auf dieser Insel, beide Brutabbrüche wurden Kategorie 2 zugeordnet. Der Fuchs als Prädator für Eier, Gössel und Adulttiere war hier ein Störungseinfluss, der Brutabbrüche ausgelöst haben könnte, auch wenn keine direkten Interaktionen während der Auswertung festgestellt wurden. Neumann (2018) beobachtete, wie ein Fuchs eine Kanadagans während der Bebrütung riss. Ein weiteres Brutpaar vertrieb während seiner Aufzeichnungen einen Fuchs vom Nest. Die Daten aus der vorliegenden Studie könnten in einer fortführenden Auswertung aller Bilder Rückschlüsse auf Interaktionen liefern. Für die Ursachen in den jeweiligen

Brutabbruchkategorien konnten bisher nur Annahmen gemacht werden, für eine aussagekräftige Erklärung fehlen konkrete Informationen diesbezüglich und eine größere Stichprobe.

Jedes Brutabbruchereignis kann auch auf inter- oder intraspezifische Interaktionen zurückzuführen sein, die nicht aufgezeichnet wurden. Auf Inseln, auf denen beide Arten zeitgleich oder nacheinander brüteten, wurde beobachtet, dass einzelne Kanadagänse Gelege von Graugänsen übernahmen. Dies war bei einem Gelege am Altmühlsee der Fall, hier wurde dann ausschließlich das Brutverhalten der Kanadagans mitausgewertet. Neumann dokumentierte 2018 für zwei Kanadagansgelege einen Brutabbruch. Beide Gelege waren behandelt, bei einem davon waren die Elterntiere durch einen Fuchs vom Nest vertrieben worden. Dennoch wurde kein signifikanter Unterschied zwischen behandelten und unbehandelten Gelegen bezüglich ihres Bruterfolges festgestellt (Neumann 2018). Die nicht übereinstimmenden Ergebnisse der beiden ähnlichen Studien könnten verschiedene Ursachen haben. Zum einen war die Stichprobengröße im Jahr 2018 mit n=25 deutlich geringer, nachdem von ursprünglich 30 Kameras fünf gestohlen wurden. In der vorliegenden Untersuchung war die Stichprobe mehr als doppelt so groß, betrachten wir nur die Art Kanadagans ist die Anzahl vergleichbar. Dennoch fielen die Ergebnisse für die Kanadagänse deutlich anders aus. Ein möglicher Einfluss könnte der Zeitpunkt der Gelegebehandlung sein. In einem frühen Bebrütungsstadium ist die Nestbindung bei Gänsen weniger stark ausgeprägt (Sjöberg 1994), eine Störung könnte hier vermehrt zu Brutabbrüchen führen. Die Gänse befanden sich zum Zeitpunkt der Gelegebehandlung überwiegend in einem ähnlichen Bebrütungsstadium. Dieses wurde nur wochenweise bestimmt (1.-7./8.-14./>14. Bebrütungstag) und dokumentiert (siehe Abbildung 29 in Anhang B). Unterschiede bezüglich der Bebrütungsdauer konnten daher nicht genau ausgewertet werden, ein potenzieller Zusammenhang mit den Brutabbrüchen blieb daher möglicherweise unentdeckt. Durchgang 1 fand im Jahr 2018 etwa eine Woche früher statt. Dies lässt jedoch keine Rückschlüsse auf den Bebrütungsstatus zu diesem Zeitpunkt zu, da der Bebrütungsbeginn auch je nach Wetter und Temperatur variieren kann. Die kalten und nassen Temperaturen im Jahr 2021 könnten eine Verschiebung des Brutbeginns nach hinten bedingt haben. Die Auswirkung des Bebrütungsstatus zum Behandlungszeitpunkt auf die Brutabbruchwahrscheinlichkeit müsste daher separat ausgewertet werden, um hier Zusammenhänge feststellen zu können. Wolf (2017) stellte im Rahmen ihrer Bachelorarbeit einen Zusammenhang der spezifischen Nestfläche mittels Thiessen-Polygonen und dem Bruterfolg fest, wobei eine kleinere Fläche erhöhten interspezifischen Stress bedingte und somit die Wahrscheinlichkeit für einen Brutabbruch anstieg (Wolf 2017). In der vorliegenden Studie wurde lediglich die Gelegedichte als Durchschnittswert ermittelt. Hier wäre es unter Umständen aufschlussreich, die Auswertungsmethoden in einer Fortführung der Untersuchung zu kombinieren.

4.2. Effektivität der Gelegebehandlung

Der Einfluss der Gelegebehandlung auf die Gösselanzahl war höchstsignifikant. Hypothese 3 konnte somit bestätigt werden. Bei behandelten Gelegen schlüpften im Schnitt 2,94 Gössel weniger, die

Familiengrößen waren dadurch also deutlich reduziert. Neumann (2018) bestätigte in seiner Studie bereits die Effektivität der Gelegebehandlung bezüglich der Reduktion der Gössel mit vergleichsweise niedrigerer Stichprobengröße (n=24). Unbehandelte Gelege brachten im Jahr 2018 im Schnitt 4,2 Gössel hervor. Bei behandelten Gelegen waren es durchschnittlich 1,6 Gössel und somit 2,6 Gössel weniger als bei den unbehandelten. Dieses Ergebnis entspricht annähernd dem der vorliegenden Daten. Zu berücksichtigen ist, dass Neumann nur Gelege von Kanadagänsen miteinbezog. Dabei gab es lediglich zwei Brutabbrüche, die Daten waren also weniger von 0-Werten beeinflusst. Dies erklärt, dass die Gösselreduktion in der vorliegenden Studie stärker ausgeprägt war. Familienzählungen der LfL von 2016 bis 2018 ergaben im Durchschnitt 1,5 Gössel weniger bei behandelten Gelegen als bei unbehandelten (Wagner et al. 2019). Im Vergleich mit den Daten aus dieser Studie und der von Neumann (2018) ist davon auszugehen, dass die Gösselanzahl bei Familienzählungen unterschätzt wird, zumal bei Familienzählungen nur ein Bruchteil der Gänsefamilien, bei denen eine Behandlung durchgeführt wurde, auffindbar ist (Wagner et al. 2019).

Da behandelte Gelege maximal zwei Gössel hervorbringen können, war der Unterschied zwischen behandelten und unbehandelten Gelegen bezüglich der Gösselanzahl zu erwarten. Das Ausmaß der Gösselreduktion zeigt, dass aus unbehandelten Gelegen im Schnitt mehr als doppelt so viele Gössel hervorgingen. Mit einer Reduktion um mehr als 50% wird die Maßnahme der Gelegebehandlung als effektiv eingestuft. Hier sind auch die Gelege mit Brutabbruch und somit null geschlüpften Gösseln miteinbezogen. König et al. (2013) stellten am Altmühlsee eine allgemeine Schlupfrate von 84% der Eier fest. Bauer et al. (2012) nennen für Kanadagänse einen Schlupferfolg von etwa 70% und für Graugänse von 66%-72%. Eine Reduktion um 50% hat bei derartig hohen Schlupfquoten einen starken Einfluss auf die Gesamtzahl der Gössel. Die Anzahl geschlüpfter Gössel unterschied sich nicht zwischen unbehandelten Gelegen von Grau- und Kanadagänsen, wenn die 0-Werte für Brutabbrüche miteinbezogen werden. Es ist daher anzunehmen, dass die Maßnahme bezüglich der Reduktion der Gössel insgesamt gleichermaßen effektiv ist.

Der Einfluss des Behandlungsstatus blieb höchstsignifikant, als die Daten auf Gelege mit Bruterfolg reduziert wurden. Der Effekt der Gösselreduktion ist mit durchschnittlich 3,4 Gösseln weniger bei behandelten Gelegen noch stärker ausgeprägt (unter Einbeziehung der Brutabbrüche waren es durchschnittlich 2,94 Gössel weniger). Die durchschnittliche Gösselanzahl war bei Graugänsen mit Bruterfolg signifikant höher als bei Kanadagänsen. Dafür zeigten Graugänse bei unbehandelten Gelegen eine stärkere Tendenz Bruten abzubrechen. Ohne die Gelegebehandlung wird die höhere Gösselanzahl pro erfolgreichem Brutpaar durch eine höhere Rate an Brutpaaren ohne Erfolg natürlicherweise kompensiert. Der Unterschied zwischen den Arten wurde unter Einbeziehung der Brutabbrüche nicht festgestellt. Betrachtet man nur die Anzahl geschlüpfter Gössel bei erfolgreichen Bruten, wäre die Reduktion der Gösselanzahl bei Graugänsen effektiver als bei Kanadagänsen.

Der stärkere Einfluss der Variable Eieranzahl aus Durchgang 1 anstelle der maximalen Eieranzahl spricht dafür, dass nach dem ersten Durchgang nachgelegte Eier keinen Schlupf mehr erzielen. Alle für das Monitoring ausgewählten Gelege waren bereits angebrütet, nachgelegte Eier hatten demnach einen späteren Entwicklungsstatus, die Bruten wurden mit dem synchronen Schlüpfen der

ersten Gössel beendet. Keines der untersuchten Gelege brachte mehr Gössel hervor als Eier beim ersten Durchgang im Nest waren. Behandelte und unbehandelte Gelege unterschieden sich weder hinsichtlich der Anzahl nachgelegter Eier noch hinsichtlich der Tatsache, ob Eier nachgelegt wurden. Die Behandlung führt demnach nicht zu einer erhöhten Wahrscheinlichkeit, dass Eier nachgelegt wurden. Die Gänse versuchten also nicht, den Verlust durch die Gelegebehandlung zu kompensieren. Intention der Gelegebehandlung ist unter anderem, das Nachlegen von Eiern zu verhindern, indem die Eier im Nest verbleiben (Bozem et al. 2018). Die Ergebnisse dieser Studie zeigen in jedem Fall keinen gegenteiligen Effekt. Die Annahme, dass nachgelegte Eier mit einem späteren Entwicklungsstadium ohnehin keinen Bruterfolg erzielen können, sollte genauer untersucht werden. In diesem Fall hätten nachgelegte Eier im Nest keinen Einfluss auf die Familiengrößen und somit auf die Effektivität der Maßnahme. Die Behandlung von nachgelegten Eiern im zweiten Durchgang wäre dann unter Umständen nicht notwendig, der Zeitaufwand könnte bei der Überführung der Methode aus dem wissenschaftlichen Projekt in die Praxis eventuell vereinfacht werden.

Die Verkotung von Badestränden in Naherholungsgebieten erfährt ab dem Schlupfzeitpunkt der Gössel einen starken Anstieg. Mit dem Flüggewerden der Gössel verschiebt sich dieses Phänomen von den Uferbereichen zunehmend in umliegende landwirtschaftliche Flächen (König et al. 2013). Dieser Konflikt kann also durch die Gelegebehandlung und die damit einhergehende reduzierte Gösselanzahl abgeschwächt werden. Im Untersuchungsgebiet Altmühlsee konnten König et al. (2013) im Jahr 2011 durch die Gelegebehandlung eine Reduzierung der Kotbelastung erzielen.

4.3. Brutverlauf bei Mischgelegen von Grau- und Nilgans

Bei keinem der drei Mischgelege mit Grau- und Nilganseiern wurde ein Bruterfolg dokumentiert. In allen drei Gelegen wurde die Brut abgebrochen. Beim ersten Mischgelege, das von einer Graugans bebrütet wurde, blieb der Schlupf aus. Die Gans beendete die Brut erst nach einem potenziellen Schlupftermin. In den beiden anderen Fällen, in denen jeweils die Nilgans brütete, wurde die Brut schon vorher ohne erkennbaren Grund beendet, jedoch nicht innerhalb von 24 Stunden nach der Gelegebehandlung. Auffällig war, dass in allen drei Fällen die Eieranzahl der jeweils fremden, nicht brütenden Art im Nest zwischen dem ersten und zweiten Durchgang unberührt blieb. Hier handelte es sich um jeweils zwei oder drei Eier (siehe Tabelle 4). Von den eigenen Eiern waren stets deutlich mehr Eier vorhanden als von der nestfremden Art. Während die fremden Eier alle im Nest verblieben, kam es bei den eigenen Eiern zu Verlusten sowohl von behandelten als auch von unbehandelten Eiern (Mischgelege 1 und 3). Wie zufällige Aufnahmen zeigten, sind die Gänse in der Lage, Eier – absichtlich oder unabsichtlich – aus dem Nest zu entfernen. Während der Studie waren immer wieder behandelte oder markierte, unbehandelte Eier später außerhalb der Nester aufgefunden worden. Lorenz & Tinbergen (1938) dokumentierten bereits die Fähigkeit von Gänsen, aus dem Nest gefallene Eier durch eine Eirollbewegung wieder zurück ins Nest zu befördern. Die Gänse können die Eier also gezielt bewegen. Trotzdem befanden sich selbst unbehandelte Eier der

eigenen Art außerhalb des Nests. Bei den Mischgelegen scheint die brütende Gans die artfremden Eier nicht als störenden Fremdkörper wahrzunehmen, obwohl sich die Eier deutlich in ihrer Größe unterscheiden. Es kann kein offensichtlicher Zusammenhang zwischen dem Brutabbruch und dem Vorhandensein fremder Eier hergestellt werden. Bei einer Stichprobengröße von n=3 ist anzunehmen, dass es sich womöglich um zufällige Ereignisse handelte. Für Nilgänse sind Gelegeverluste von 50% bekannt, Daten aus Polen dokumentierten für Graugänse einen Bruterfolg von 44% der Gelege. Beide Arten besitzen eine Bebrütungsdauer von 28-30 Tagen (Bauer et al. 2012). In Bezug auf die Bebrütungsdauer wäre ein Bruterfolg der jeweils fremden Eier also theoretisch möglich.

In welcher Reihenfolge die Eier in das Nest gelangten, kann nicht nachvollzogen werden. Es ist anzunehmen, dass jeweils die brütende Gans ein bereits gebautes Gelege übernahm und vorhandene Eier nicht entfernte. Nilgänse nutzen sehr variable Brutplätze, es ist bekannt, dass sie zumindest auf Bäumen vorhandene Neststrukturen anderer Arten annehmen. Gleichzeitig gilt die Überschneidung des Brutgebietes mit Grau- und Kanadagänsen auch als Ursache für Brutverluste bei Nilgänsen (Bauer et al. 2012). Möglicherweise versuchten die Nilgänse hier die Neststrukturen von Graugänsen zu nutzen, konnten aber der interspezifischen Konkurrenz mit in unmittelbarer Nähe brütenden Grau- oder Kanadagänsen nicht standhalten.

4.4. Evaluierung der Methode

Das Monitoring mittels Wildkameras ergab einen umfang- und aufschlussreichen Datensatz. Die Rückkehr zum Nest, Wiederaufnahme der Bebrütung, Schlupfzeitpunkt oder Brutabbruchereignisse konnten gut nachvollzogen werden. Jede Bewegung der Gans löste eine Aufnahmeserie aus, dies geschah maximal alle zwei Minuten. Alle aufgenommenen Fotos durchzusehen, wäre ein erheblicher Zeitaufwand. Die Verwendung von iButtons bietet hier eine hilfreiche Ergänzung. Es kann anhand datierter Temperaturveränderungen gezielt nach Ereignissen gesucht werden. Dadurch kann der Zeitaufwand beim Auswerten deutlich reduziert werden. Gleichzeitig bleiben so inter- und intraspezifische Interaktionen, die zum Beispiel zu einem Brutabbruch führen könnten, möglicherweise unentdeckt. Ist eine Sichtung und Auswertung aller Fotos beabsichtigt, lohnt sich der Zusatzaufwand zur Installation und Auswertung der iButtons nicht. Im Falle eines Kameraausfalls konnte der Brutverlauf mit den iButtons alleine nicht nachvollzogen werden. Der Temperaturverlauf stimmte nicht immer mit den Ergebnissen aus den Kameradaten überein. Die iButtons waren zuletzt meist mit einer dicken Schicht an Nistmaterial bedeckt, was die Aufzeichnung ebenfalls beeinflusste. Beim Abbau der Kameras lässt sich unter Umständen rekonstruieren, ob ein Brutabbruch oder ein Bruterfolg stattgefunden hat. Im Nest verbliebene Eier oder Eierschalen liefern Hinweise darauf. Der Zeitpunkt zum Einholen der technischen Ausrüstung wurde jedoch so spät gewählt, dass jede untersuchte Brut mit Sicherheit beendet war. Somit lagen in den meisten Fällen mehrere Wochen zwischen Schlupf/Brutabbruch und dem Abbautermin. In dieser Zeit waren höchstwahrscheinlich bereits Nachnutzer an den Nestern aktiv, die das Ergebnis verfälschen konnten. Füchse, Großmöwen

und Rabenvögel entfernten ganze Eier aus dem Nest, wie stichprobenartige Sichtungen aus den Aufnahmen zeigten. Aus diesem Grund wurde auf eine Rekonstruktion des Brutverlaufes bei fehlenden Kameradaten verzichtet. Der Datensatz liefert großes Potenzial für weiterführende Fragestellungen, da nur ein Teil des erhobenen Foto-Datensatzes in die Auswertung dieser Studie miteinbezogen wurde.

Einige Kameras fielen unerwartet aus, die Ursache hierfür ließ sich nicht eindeutig klären. Vermutlich führten außergewöhnlich niedrige Temperaturen zu einem vorzeitigen Entladen der Batterien. Für ein wiederholtes Monitoring sind leistungsstarke, kälteverträgliche Lithium-Batterien zu empfehlen, jedoch konnte das Problem durch deren Einsatz nicht vollständig behoben werden. Die Speicherkapazität von 32 Gigabyte je SD-Karte war in jedem Fall ausreichend. Die auf vier Bilder reduzierte Serienaufnahme erwies sich als genügend. Hier ist in jedem Fall abzuwägen, inwiefern eine höhere Fotoanzahl gewinnbringend ist und ob der erhöhte Aufwand beim Datenauswerten verhältnismäßig ist. Die reduzierte Auflösung von 0,5 Megapixeln brachte definitiv keinen Nachteil in der Auswertung mit sich. Die Bilder waren qualitativ hochwertig genug, um selbst kleinere Arten wie Singvögel am Nest problemlos bestimmen zu können.

Die Voreinstellungen und die Montage der iButtons erwiesen sich als praktikabel. Bei den älteren Modellen kam es vermehrt zu Ausfällen, nach Entladung der Batterien konnten die Daten nicht mehr ausgelesen werden. Dies bedeutete einen erhöhten Zeitaufwand in der Auswertung der jeweiligen Kameradaten, jedoch insgesamt keinen Verlust der Datenqualität.

Die Befestigungskonstruktionen für die Wildkameras waren gut umsetzbar und stabil. Waren geeignete Baumstämme in passender Entfernung zum Nest vorhanden, erwies sich die Befestigung hier am einfachsten und kam daher bevorzugt zum Einsatz. Es wurde lediglich der Befestigungsgurt benötigt, der Neigungswinkel konnte mit natürlichen Materialien nachjustiert werden. Vorgefertigte Holzkeile mit verschiedenen Abschrägungen könnten hier eine optionale Optimierungsmöglichkeit darstellen. Für die Befestigung an Holzpfählen und Metallstangen war ein zusätzlicher Kraftaufwand notwendig, um diese in den Boden zu schlagen. Die Praktikabilität war dabei abhängig von der Bodenbeschaffenheit, die dünneren Metallstangen ließen sich dabei leichter im Boden versenken als die Holzpfähle. Bei diesen war außerdem die Ausrichtung des Winkels durch das Kugelgelenk vereinfacht, gleichzeitig war dadurch allerdings auch verschiedenes Werkzeug notwendig. Auf Kleinstteile wie die notwendigen Schraubenmuttern musste zusätzlich Acht gegeben werden. Die Holzpfähle waren insgesamt etwas stabiler. Beide Konstruktionen bieten Vor- und Nachteile und sollten daher nach individuellen Präferenzen eingesetzt werden.

Die paarweise Zuordnung der Gelege im Gelände war nicht immer praktikabel. Vergleichbare Paare zu finden, ohne dabei vorher alle Gelege gesehen zu haben, zeigte sich teilweise problematisch. Die Gänse sollten nicht vorzeitig von den Nestern aufgescheucht werden, so mussten bei der paarweisen Zuordnung teilweise Abstriche gemacht werden. Eine Zuordnung nach dem Eingriff war kaum umsetzbar. Es war notwendig, bei potenziellen Gelegepaaren gezielt jeweils eines zu behandeln und eines nicht. Die paarweise Zuordnung wurde daher nicht in die Auswertung miteinbezogen.

Stattdessen wurde die Gelegedichte pro Insel berechnet, um interspezifische Konkurrenz mitzuberücksichtigen. Bei einer Wiederholung der Studie wäre es daher sinnvoll, direkt auf die paarweise Zuordnung im Gelände zu verzichten und stattdessen spezifischere Variablen mitaufzunehmen. Die Gelegedichte zeigte einen Einfluss auf die Dauer bis zur Wiederaufnahme der Bebrütung. Trotzdem spiegelt diese unter Umständen nicht immer den Konkurrenzdruck am jeweiligen Gelege wider, wenn sich die Gelege ungleichmäßig über die Insel verteilten. Hier könnte beispielsweise während der Feldarbeit die Anzahl an bebrüteten Gelegen in einem bestimmten Radius um das betrachtete Nest mitaufgenommen werden oder die Distanz zum nächsten benachbarten Nest. Eine weitere Möglichkeit wäre es, wie in der bereits erwähnten Abschlussarbeit von Wolf (2017) Thiessen-Polygone, also spezifische Nestflächen zu bilden.

4.5. Fazit

Die Gelegebehandlung stellt eine effektive und effiziente Maßnahme dar, um in die Populationsentwicklung von Wildgänsen einzugreifen. Die Anzahl der Gössel kann durch die Behandlung um mehr als die Hälfte reduziert werden. Dies dürfte einen direkten Einfluss auf die Höhe der Schäden in der Aufzuchtszeit der Jungvögel in unmittelbarer Nähe zum Brutgebiet haben. Durch regionale Wanderungen der Gänse im Jahresverlauf kann die Gelegebehandlung weniger zielgerichtet die Schäden durch Junggesellentrupps vorbeugen, da die Schäden hier häufig abseits der ursprünglichen Brutgebiete auftreten (König et al. 2013, Wagner et al. 2019). Das unterstreicht die Notwendigkeit nach einer Kombination aus verschiedenen Maßnahmen von Populationskontrolle, Biotopmanagement und Lenkung, um lokale Schäden effektiv reduzieren zu können. Das räumliche Verhalten der Gänse im Jahresverlauf, sowie das zeitliche Auftreten von Schäden sollten stets bei der Entscheidungsfindung für geeignete Maßnahmen berücksichtigt werden (Wagner et al. 2019). Dass die Gelegebehandlung trotz allem eine erhebliche Störung darstellt, darf nicht vernachlässigt werden. Insbesondere auf naturschutzfachlich wertvollen Flächen und bei Überschneidung mit Brutgebieten seltener und sensibler Arten sollte die Entscheidung für eine Gelegebehandlung wohl überlegt sein. Die Gänse verlassen durch die Störung teils für mehrere Stunden ihr angebrütetes Gelege. Die Studie hat gezeigt, dass sich Brutabbrüche vermehrt bei behandelten Gelegen ereignen. Da Graugänse früher zu brüten beginnen, herrschen zum Behandlungszeitpunkt womöglich kältere Temperaturen, gleichzeitig reagieren Graugänse sensibler als Kanadagänse und bleiben dem Gelege länger fern. Bei der Behandlung von Graugansgelegen ist also besonders auf zügiges Arbeiten und trockene, nicht zu kalte Witterungsbedingungen zu achten. Dies unterstreicht, dass bei einer Überführung der Gelegebehandlung in die Praxis außerhalb des Forschungsprojektes eine entsprechende Schulung und Zertifizierung der durchführenden Personen notwendig ist – wie es auch die LfL in ihrem Leitfaden empfiehlt (Wagner et al. 2019). Bei dieser sollte ein umfangreiches Wissen über die Brutbiologie der Arten sowie über die Auswirkungen der Gelegebehandlungen vermittelt werden, damit ein Bewusstsein für die Verantwortung während der Durchführung vorhanden ist.

Da kein Einfluss auf die Anzahl nachgelegter Eier durch die Gelegebehandlung festgestellt werden konnte, ist anzunehmen, dass die Gelegebehandlung hier keinen Einfluss hat. Es wäre eine weiterführende Vergleichsstudie interessant, die überprüft, ob die Gänse bei einer Entnahme der Eier anstatt einer Behandlung vermehrt Eier nachlegen. Selbst wenn dem so ist, ist nicht davon auszugehen, dass nachgelegte Eier zum Bruterfolg beitragen, weil sie in der Regel einen späteren Bebrütungsstatus aufweisen. Auch das könnte in einer weiteren Studie genauer untersucht werden. Eier in verschiedenen Entwicklungsstadien innerhalb eines Nestes könnten unterschiedlich markiert werden, um anschließend zu überprüfen, aus wie vielen und welchen der Eier tatsächlich Gössel schlüpfen. In dieser Studie wurden Gelege mit starken Auffälligkeiten bezüglich unterschiedlicher Entwicklungsstadien für das Monitoring soweit möglich nicht ausgewählt, da sie das Ergebnis verzerren könnten. Dennoch ist die Frage nach einer Zunahme nachgelegter Eier durch die Gelegebehandlung nicht irrelevant, da die Eiproduktion einen Energieaufwand für die Gans bedeutet. Bezüglich der Mischgelege aus Grau- und Nilganseiern konnte kein Bruterfolg dokumentiert werden. Somit hatte dieses Phänomen in dieser Studie auch keinen Einfluss auf die Wildganspopulation. Da es sich nur um drei dokumentierte Einzelfälle handelte, wäre es interessant, bei einer Fortsetzung des Projektes zu beobachten, ob das Phänomen häufiger auftritt und doch Bruterfolge verzeichnet werden können. Die eingesetzte Technik erwies sich als geeignet und kann daher auch für eine Wiederholung der Studie empfohlen werden. Aufgetretene Schwierigkeiten und Verbesserungsvorschläge sind unter Gliederungspunkt 4.4. aufgeführt.

Die Zunahme von Wildgänsen führen nicht nur in den Untersuchungsgebieten in Bayern zu Konflikten und wirtschaftlichen Schäden. Auch in anderen Ländern, beispielsweise in Kanada oder in Skandinavien treten Konflikte mit Wildgänsen auf, wodurch ein lokal angepasstes Management erforderlich wird (Canadian Wildlife Service Environment Canada 2010, Eriksson et al. 2020, Madsen et al. 2014). Der Bedarf, bestehende Maßnahmen zu evaluieren und zu optimieren, ist dadurch nach wie vor gegeben, um langfristige Auswirkungen zu beobachten und somit Managementerfolge erzielen zu können. Die Gelegebehandlung ist hierbei eine von verschiedenartigen Methoden, die sich vor allem in Kombination mit anderen Maßnahmen als effektiv erweist. Durch die Invasivität des Eingriffs sollte die Gelegebehandlung nicht unüberlegt und ohne umfangreiche Schulung angewandt werden. Die Ergebnisse der vorliegenden Arbeit zeigen, dass die Gelegebehandlung zum einen ein effektives Mittel zur Reduktion der Familiengrößen darstellt, gleichzeitig aber auch Brutabbrüche zur Folge haben kann und das Brutverhalten der Gänse dadurch stark beeinträchtigt.

5. Zusammenfassung und Schlussfolgerungen

Wildganspopulationen verzeichnen seit den 1990er Jahren einen starken Zuwachs in Bayern. Mit dieser Entwicklung häufen sich die Meldungen von auftretenden Schäden. Am Altmühlsee, im Landkreis Straubing-Bogen und im Maintal führen die Aktivitäten von Grau- und Kanadagänsen zu finanziellen Schäden durch Fraßaktivitäten und Verkotung auf landwirtschaftlich genutzten Flächen und Verkotung in Naherholungsgebieten. Die Bayerische Landesanstalt für Landwirtschaft (LfL) berät Betroffene in diesen Gebieten und setzt ein erarbeitetes Gänsemanagement vor Ort um, damit auftretende Konflikte minimiert werden. Neben Biotopmanagement und Lenkungsmaßnahmen hat sich die Gelegebehandlung als direkter Eingriff in den Populationszuwachs etabliert. Hierbei werden die Eier im Gelege, die den 14. Bebrütungstag noch nicht überschritten haben, mit einer verunreinigten Kanüle angestochen und der Embryo dadurch zum Absterben gebracht. Zwei Eier pro Gelege bleiben unbehandelt, damit die Gans einem Brutgeschehen nachgehen kann und kein Nachgelege beginnt. Für diese Maßnahme ist eine Ausnahmegenehmigung nach dem Bayerischen Jagdgesetz (BayJG 2019) notwendig. Die Gelegebehandlungen in Bayern finden dadurch aktuell ausschließlich im Rahmen eines Forschungsprojektes statt. Dieses Projekt der Landesanstalt für Landwirtschaft strebt eine Überführung in die Praxis an. In dieser Masterarbeit wurden die Gelegebehandlungen im Jahr 2021 wissenschaftlich begleitet, um weitere Erkenntnisse bezüglich der Effektivität der Maßnahme sowie des Einflusses auf das Brutverhalten zu gewinnen.

Hierfür wurde an insgesamt 65 Grau- und Kanadagansgelegen ein Monitoring mittels Wildkameras und iButtons (Temperaturloggern) durchgeführt. Die iButtons zeichneten den Temperaturverlauf im Nest auf. Über Veränderungen in der Temperaturverlaufskurve konnte so der Zeitpunkt bestimmt werden, wann die Bebrütung im Nest beendet wurde. Die entsprechenden Kameradaten gaben dann Aufschluss darüber, ob und wie viele Gössel geschlüpft sind, oder ob es zu einem Brutabbruch kam. Als Kontrollgruppe blieb die Hälfte der Gelege unbehandelt, wurde jedoch durch das Ausbringen der Technik und die Dokumentation am Gelege gleichermaßen gestört. Mithilfe der gewonnenen Daten wurden behandelte und unbehandelte Gelege sowie die beiden Arten Grau- und Kanadagans miteinander verglichen. Des Weiteren wurden drei Mischgelege, die sowohl Grau- als auch Nilganseier enthielten, als Einzelphänomene dokumentiert und beschrieben.

Die Störungsanfälligkeit der Grau- und Kanadagänse wurde mit der Annahme untersucht, dass sich die Dauer bis zur Wiederaufnahme der Bebrütung nach dem Eingriff nicht zwischen behandelten und unbehandelten Gelegen unterscheidet. Über die Kameraaufzeichnungen konnte der Zeitpunkt genau nachvollzogen werden, wann die Gans nach dem Eingriff wieder auf dem Nest saß. Die Hypothese wurde bestätigt, der Behandlungsstatus (behandelt oder unbehandelt) zeigte keinen signifikanten Einfluss. Die Dauer bis zur Wiederaufnahme der Bebrütung unterschied sich allerdings höchstsignifikant zwischen den beiden Arten. Graugänse nahmen die Bebrütung im Durchschnitt erst etwa sechs Stunden nach dem Eingriff wieder auf. Kanadagänse waren im Durchschnitt nach etwa einer Stunde wieder auf dem Gelege zu sehen. Auf Grundlage dieser Ergebnisse wird

empfohlen, insbesondere bei Gelegebehandlungen bei Graugänsen auf zügiges Arbeiten und Witterungsbedingungen zu achten, um ein vorzeitiges Auskühlen der Eier durch die längere Abwesenheit der Elterntiere zu verhindern. Die Gelegedichte, die über die Anzahl der Gelege pro Inselgröße [ha] berechnet wurde, zeigte im erstellten linearen Modell einen signifikanten, negativen Einfluss auf die Dauer bis zur Wiederaufnahme der Bebrütung. Auf Inseln mit hohen Gelegedichten kehrten die Gänse nach dem Eingriff entsprechend früher zurück.

Auch bei der Häufigkeit von Brutabbrüchen wurde kein signifikanter Unterschied zwischen den beiden Gruppen „behandelt“ und „unbehandelt“ erwartet. Die Hypothese musste verworfen werden, behandelte Gelege wiesen signifikant häufiger Brutabbrüche auf. Graugänse verzeichneten anteilig mehr Brutabbrüche, diese verteilten sich zu relativ gleichen Teilen auf behandelte und unbehandelte Gelege. Bei Kanadagänsen hingegen ereigneten sich Brutabbrüche ausschließlich bei behandelten Gelegen, der Einfluss der Gelegebehandlung war hier hochsignifikant. Graugänse zeigten unabhängig von der Gelegebehandlung eine höhere Störungsanfälligkeit als Kanadagänse. Um die möglichen Ursachen für Brutabbrüche genauer eingrenzen zu können, wurden die Brutabbrüche nach ihrem Zeitpunkt in drei Kategorien unterteilt. Die erste Kategorie bildeten Brutabbrüche innerhalb von 24 Stunden nach dem Eingriff. Hier wurde die Störung als Ursache für den Brutabbruch angenommen, nicht die Gelegebehandlung an sich. Es folgte die zweite Kategorie, die bis zu einem potenziellen Schlupftermin andauerte. Brutabbrüche nach dem errechneten Schlupftermin wurden auf das Ausbleiben des Bruterfolges zurückgeführt. Bei den Kanadagänsen fand der Großteil der Brutabbrüche mindestens 24 Stunden nach dem Eingriff und vor dem errechneten Schlupftermin statt. Geplatzte, behandelte Eier könnten eine mögliche Ursache hierfür sein. Bei den Graugänsen hat vermutlich die Störung durch den Eingriff Brutabbrüche in der ersten Kategorie ausgelöst. In der zweiten Kategorie waren bei Graugänsen gleich viele Brutabbrüche bei behandelten und unbehandelten Gelegen. Hier werden als Ursache von der Gelegebehandlung unabhängige Störereignisse wie anwesende Prädatoren oder interspezifische Konkurrenz angenommen. Durch eine Auslöseverzögerung der Wildkamera wurden diese möglicherweise nicht erfasst. Die genaue Ursache für die Brutabbrüche war nicht eindeutig nachzuvollziehen und sollte daher weiter untersucht werden. Eine vorangehende Studie mit einem kleineren Datensatz bei Kanadagänsen (Neumann 2018) zeigte mit einem sehr geringen Anteil an Brutabbrüchen keinen Zusammenhang zur Gelegebehandlung. Da sich die Ergebnisse nicht mit der vorliegenden Studie decken, sind hier weitere Forschungen bezüglich der tatsächlichen Brutabbruchsursache, die hier nicht eindeutig nachvollzogen werden konnte, notwendig.

Um die Effektivität der Gelegebehandlung zu überprüfen, wurde die Annahme getestet, dass behandelte Gelege signifikant weniger Gössel hervorbringen als unbehandelte. Diese Annahme wurde bestätigt, der Einfluss war höchstsignifikant. Bei behandelten Gelegen schlüpften im Durchschnitt 2,94 Gössel weniger, die Gösselanzahl wurde dadurch um mehr als 50% reduziert. Die Maßnahme erwies sich als effektiv. Es gilt zu berücksichtigen, dass aus behandelten Gelegen generell maximal zwei Gössel schlüpfen konnten. Da dieses Ergebnis stark von den 0-Werten der Brutabbrüche beeinflusst war, wurde der Datensatz zusätzlich auf die Daten mit Bruterfolg reduziert.

Auch hier war der Einfluss der Gelegebehandlung auf die Anzahl geschlüpfter Gössel höchstsignifikant. Behandelte Gelege mit Bruterfolg brachten durchschnittlich 3,4 Gössel weniger hervor als unbehandelte Gelege.

Die beim ersten Behandlungsdurchgang aufgenommene Eieranzahl beeinflusste die Gösselanzahl als Trend. Die maximale Eieranzahl aus beiden Durchgängen, die also auch nachgelegte Eier miteinbezog, zeigte keinen Einfluss. Es wird angenommen, dass nachgelegte Eier durch den späteren Bebrütungsbeginn keinen Schlupferfolg mehr erzielen können. Die Gelegebehandlung zeigte weder einen Einfluss auf die Anzahl nachgelegter Eier noch auf die Tatsache, ob Eier nachgelegt wurden oder nicht. Die Gelegebehandlung führte demnach nicht dazu, dass die Gänse versuchen, den Verlust durch die Behandlung durch Nachlegen zu kompensieren. Die Entwicklungschancen nachgelegter Eier sollten genauer überprüft werden. Bei der Überführung der Gelegebehandlung in die Praxis könnte auf eine Behandlung nachgelegter Eier gegebenenfalls verzichtet werden, sollten diese ohnehin keine Gössel hervorbringen können.

Keines der drei dokumentierten Mischgelege aus Grau- und Nilganseiern verzeichnete einen Bruterfolg. In zwei Fällen bebrütete die Nilgans die Eier, bei einem brütete die Graugans. In jedem Gelege verblieben jeweils zwei Eier pro Art unbehandelt. Die Graugans beendete die Brut, nachdem die reguläre Bebrütungszeit überschritten war und keine Gössel geschlüpft waren. Die beiden Nilgänse beendeten die Bebrütung zu einem früheren Zeitpunkt ohne erkennbaren Grund. Während der Bebrütung wurde kein einziges, artfremdes Ei durch die Gans aus dem Nest entfernt, bei den eigenen Eiern kam es zu Verlusten. Die artfremden Eier schienen daher keine Störung darzustellen. Da es sich mit drei Gelegen um eine sehr kleine Stichprobe handelt, kann kein Zusammenhang zwischen den Brutabbrüchen und der Gelegebehandlung oder den fremden Eiern hergestellt werden.

Insgesamt erwies sich das Monitoring mittels Wildkameras und iButtons als praktikabel. Die iButtons stellten dabei eine hilfreiche Ergänzung dar, die bei der Auswertung der aufgezeichneten Bilder eine deutliche Zeitersparnis bedeutete. Die Rückkehr der Gans zum Nest, die Wiederaufnahme der Bebrütung, der Schlupfzeitpunkt oder der Zeitpunkt von Brutabbruchereignissen konnten so über die Bilder schnell nachvollzogen werden. Dies bedeutete im Umkehrschluss, dass inter- und intraspezifische Interaktionen möglicherweise unentdeckt blieben, da nicht alle Bilder gesichtet wurden. Sollten diese mit ausgewertet werden, wird der zusätzliche Aufwand durch den Einsatz von iButtons als nicht effizient eingestuft.

Mithilfe des Monitorings konnte die Gelegebehandlung als effektive Maßnahme bestätigt werden, um in die Populationsentwicklung von Wildgänsen einzugreifen. Die Reduktion der Gössel dürfte einen direkten Einfluss auf Schäden, die im Aufzuchtsgebiet der Jungvögel stattfinden, haben. In Kombination mit anderen Maßnahmen zur Populationskontrolle, mit Biotopmanagement und mit Lenkung können lokale Schäden effektiv reduziert werden. Dennoch darf nicht vernachlässigt werden, dass die Gelegebehandlung eine erhebliche Störung darstellt. Bei Graugänsen blieb das Nest für mehrere Stunden nach der Behandlung unbebrütet, bei Kanadagänsen führte die

Gelegebehandlung zu vermehrten Brutabbrüchen. Bei der Gelegebehandlung sollte daher weiterhin darauf geachtet werden, zügig und nur unter geeigneten Witterungsbedingungen zu arbeiten. Diese Erkenntnisse unterstreichen die Notwendigkeit nach einer Schulung und Zertifizierung für durchführende Personen, wie es von der Landesanstalt für Landwirtschaft für die Überführung der Gelegebehandlung in die Praxis vorgeschlagen wird. Ein ausgeprägtes Verantwortungsbewusstsein für die Auswirkungen der Gelegebehandlung aufbauend auf entsprechenden Kenntnissen über die Brutbiologie der Arten sollte dabei Voraussetzung sein. Konflikte mit Wildgänsen treten nicht nur in Deutschland, sondern auch in anderen Ländern auf. Um in betroffenen Gebieten jeweils ein lokal angepasstes Management zu etablieren, ist es weiterhin relevant, die verschiedenen Managementoptionen zu evaluieren und gegebenenfalls zu optimieren.

Literaturverzeichnis

Bauer H.-G., Bezzel E., Fiedler W. (2012): Das Kompendium der Vögel Mitteleuropas. Ein umfassendes Handbuch zu Biologie, Gefährdung und Schutz. AULA-Verlag, Wiebelsheim.

Bayerischer Jagdverband e.V. (2021a): Jagdstrecken: Wildgänsestrecke. https://www.jagd-bayern.de/jagd-wild-wald/jagdpraxis/jagdstrecken/ (aufgerufen am 12.09.2021).

Bayerischer Jagdverband e.V. (2021b): Jagd- und Schonzeiten in Bayern. https://www.jagd-bayern.de/jagd-wild-wald/jagdpraxis/jagd-und-schonzeiten/ (aufgerufen am 29.08.2021).

Bayerisches Landesamt für Umwelt (2021): Graugans (*Anser anser*). https://www.lfu.bayern.de/natur/sap/arteninformationen/steckbrief/zeige?stbname=Anser+anser (aufgerufen am 29.08.2021).

Bayerisches Staatsministerium für Umwelt und Verbraucherschutz (2015): LIFE+-Natur-Projekt LIFE 08 NAT/D/000001. Endbericht. https://life-oberes-maintal.de/das-projekt.html (aufgerufen am 28.08.2021).

Bayerische Vermessungsverwaltung (2021): BayernAtlas. https://geoportal.bayern.de/bayernatlas/?topic=ba&lang=de&bgLayer=atkis&catalogNodes=11,122 (aufgerufen am 28.08.2021).

BayJG (2019): Bayerisches Jagdgesetz (BayJG) in der Bayerischen Rechtssammlung (BayRS 792-1-L) veröffentlichten bereinigten Fassung, das zuletzt durch § 1 Abs. 345 der Verordnung vom 26. März 2019 (GVBl. S. 98) geändert worden ist.

Bozem P., Warger J., Wagner C. (2018): Endbericht zum Projekt „Gelegebehandlung“ 1.1.2017-31.12.2018. Bayerische Landesanstalt für Landwirtschaft, Freising.

Canadian Wildlife Service Environment Canada (2010): Handbook Canada and Cackling Geese: Management and Population Control in Southern Canada. Canada, Environment Canada.

Climate-data.org (2018a): Klima Parkstetten. https://de.climate-data.org/europa/deutschland/bayern/parkstetten-105400/ (aufgerufen am 28.08.2021).

Climate-data.org (2018b): Klima Schlungenhof. https://de.climate-data.org/europa/deutschland/bayern/schlungenhof-203471/ (aufgerufen am 28.08.2021).

Climate-data.org (2018c): Klima Baunach. https://de.climate-data.org/europa/deutschland/bayern/baunach-10952/ (aufgerufen am 28.08.2021).

Climate-data.org (2018d): Klima Breitengüßbach. https://de.climate-data.org/europa/deutschland/bayern/breitenguessbach-61945/ (aufgerufen am 28.08.2021).

Climate-data.org (2018e): Klima Hallstadt. https://de.climate-data.org/europa/deutschland/bayern/hallstadt-12761/. aufgerufen am 28.08.2021.

Eriksson L., Johansson M., Månsson J., Redpath S., Sandström C., Elmberg J. (2020): The public and geese: a conflict on the rise?. Human Dimensions of Wildlife, 25(5): 421-437. DOI: 10.1080/10871209.2020.1752420.

Kleinhenz A., König A. (2013): Verhalten von Gänsen auf menschliche Störungen im Stadt-Land-Vergleich. Beiträge zur Jagd- und Wildforschung, 38.

König A. (2012): Wasservogel-Management in urbanen Gebieten: Modellgebiet München. Verlag Kessel, Remagen-Oberwinter.

König A., Kleinhenz A., Hof C., Carstensen N. (2013): Ökologie und Management von Wildgänsen in Bayern. TU München, Freising.

Landratsamt Bamberg (2015): LIFE-Natur-Projekt „Oberes Maintal" – Ergebnisbericht.

Landratsamt Straubing-Bogen (2014): Badegewässer und -stellen im Landkreis Straubing-Bogen. https://www.landkreis-straubing-bogen.de/politik-verwaltung/organisation-landratsamt/?BadegewaesserundstellenimLandkreisStraubing-Bogen&view=org&orgid=7d11a7da-f936-43a4-8409-9efacb48e503 (aufgerufen am 28.08.2021).

Lorenz K., Tinbergen N. (1938): Taxis und Instinkthandlung in der Eirollbewegung der Graugans. Zeitschrift für Tierpsychologie.

Madsen J., Bjerrum M., Tombre I. M. (2014): Regional management of farmland feeding geese using an ecological prioritization tool. Ambio, 43: 801-809. DOI 10.1007/s13280-014-0515-x.

Maxim Integrated (2021): DS1922/DS1923/DS1925 Battery Gas Gauge. https://www.maximintegrated.com/en/design/technical-documents/app-notes/3/3761.html (aufgerufen am 16.08.2021).

Miller V., Abraham K. F., Nol E. (2013): Factors affecting the responses of female Canada Geese to disturbance during incubation. Journal of Field Ornithology, 84(2): 171-180. DOI: 10.1111/jofo.12015.

Nehring S., Rabitsch W., Kowarik I., Essl F. (2015): Naturschutzfachliche Invasivitätsbewertungen für in Deutschland wild lebende gebietsfremde Wirbeltiere. BfN-Skripten 409, Bonn.

Neumann P. (2018): Auswirkung der Gelegebehandlung auf den Brutverlauf bei Kanadagänsen. Bachelorarbeit, Hochschule Weihenstephan-Triesdorf.

Rosenbruch M. (1997): Zur Sensitivität des Embryos im bebrüteten Hühnerei. ALTEX 14(3): 111-113.

Sjöberg G. (1994): Factors affecting nest defence in female Canada Geese *Branta canadensis*. Ibis, 136(2): 129-135. DOI: 10.1111/j.1474-919X.1994.tb01076.x.

Wagner C., Arzberger M., Bozem P., Warger J., Zimmermann H. (2019): Management von Wildgänsen in Bayern – ein Leitfaden. Schriftenreihe der Bayerischen Landesanstalt für Landwirtschaft 1/2020, 1-204.

Wasserwirtschaftsamt Ansbach (2018): Überleitung Donau-Main. Broschüre des Wasserwirtschaftsamts Ansbach, Gunzenhausen.

Wickham H., Averick M., Bryan J., Chang W., McGowan L. D., François R., Grolemund G., Hayes A., Henry L., Hester J., Kuhn M., Pedersen T. L., Miller E., Bache S. M., Müller K., Ooms J., Robinson D., Seidel D. P., Spinu V., Takahashi K., Vaughan D., Wilke C., Woo K., Yutani H.

(2019): “Welcome to the tidyverse.” Journal of Open Source Software, 4(43): 1686. DOI: 10.21105/joss.01686.

Wolf C. (2017): Störungswirkung der Gelegebehandlung bei Wildgänsen und Gründe für einen Brutabbruch. Bachelorarbeit, Hochschule Weihenstephan-Triesdorf.

Wright R. M., Phillips V. E. (1991): Reducing the breeding success of Canada and Greylag Geese, *Branta canadensis* and *Anser anser,* on gravel pits. Wildfowl, 42: 42-44.

Abkürzungsverzeichnis

BayJG	=	Bayerisches Jagdgesetz
DG	=	Durchgang
LM	=	lineares Modell
GLM	=	generalisiertes lineares Modell
LfL	=	Bayerische Landesanstalt für Landwirtschaft
ü. NN	=	über Normalnull
σ	=	Standardabweichung

Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1: iButton mit zugehörigem Equipment – iButton-Reader und USB-Adapter zum Einlesen des Geräts am PC, Fob als Halterung zur Befestigung im Gelege. 8

Abbildung 2: Bestimmung des embryonalen Entwicklungsstadiums mit dem Schierkasten (links), Einstechen der verunreinigten Kanüle (rechts) (© LfL). 9

Abbildung 3: Monitoring-Setting mit der Wildkamera befestigt an einem Baumstamm. 10

Abbildung 4: Monitoring-Setting mit der Wildkamera befestigt an einem Holzpfahl mittels Spanngurt. Der Neigungswinkel wurde mit Hilfe eines horizontal eingeschobenen Asts angepasst. . 11

Abbildung 5: Monitoring-Setting mit der Kamera befestigt an einem Metallstab mit verstellbarem Kugelgelenk. 11

Abbildung 6: iButton im Nest platziert unter den Dunen, befestigt mittels Kunststoff-Fob und Zelthering. 12

Abbildung 7: Temperaturverlauf in einem unbehandelten Graugansgelege (Gelege-Nr. 29, iButton T53) mit Bebrütungsende am 13.04.2021. (Aus der angegebenen Uhrzeit kann keine Information entnommen werden). 17

Abbildung 8: Kameraaufzeichnung eines unbehandelten Graugansgeleges (Gelege-Nr. 29) mit sechs geschlüpften Gösseln von ursprünglich sechs Eiern (zugehöriger Temperaturverlauf siehe Abbildung 7). 17

Abbildung 9: Temperaturverlauf in einem behandelten Graugansgelege (Gelege-Nr. 82, iButton T63) mit Bebrütungsende am 17.04.2021. (Aus der angegebenen Uhrzeit kann keine Information entnommen werden). 18

Abbildung 10: Temperaturverlauf in einem unbehandelten Kanadagansgelege (Gelege-Nr. 224, iButton T15) mit Bebrütungsende am 07.05.2021. (Aus der angegebenen Uhrzeit kann keine Information entnommen werden). 19

Abbildung 11: Kameraaufzeichnung eines unbehandelten Kanadagansgeleges (Gelege-Nr. 224) mit drei geschlüpften Gösseln von ursprünglich sechs Eiern (zugehöriger Temperaturverlauf siehe Abbildung 10). 19

Abbildung 12: Verteilung der Dauer bis zur Wiederaufnahme der Bebrütung nach dem Eingriff [min] bei behandelten (Behandlungsstatus=ja) und unbehandelten (Behandlungsstatus=nein) Gelegen. Der Behandlungsstatus zeigte keinen signifikanten Einfluss. 20

Abbildung 13: Dauer bis zur Wiederaufnahme der Bebrütung nach dem Eingriff [min], gruppiert nach Art. Der Einfluss der Variable Art war höchstsignifikant. 21

Abbildung 14: Verteilung der Gelege mit Brutabbruch oder Bruterfolg bei behandelten und unbehandelten Gelegen (n=54). 22

Abbildung 15: Temperaturverlauf eines Graugansgeleges (Gelege-Nr. 124, iButton T73) mit Brutabbruch in Kategorie 1. Die Bebrütung wurde innerhalb von 24 Stunden nach dem Eingriff abgebrochen. (Aus der angegebenen Uhrzeit kann keine Information gezogen werden). 23

Abbildung 16: Zeitliche Verteilung der Anzahl aller Brutabbrüche im Brutverlauf (n=24). Kategorie 1 betrifft Brutabbrüche innerhalb von 24 Stunden nach dem Eingriff. Es folgt Kategorie 2 für Brutabbrüche im weiteren Brutverlauf bis zur Kategorie 3, die Brutabbrüche nach dem errechneten, potenziellen Schlupftermin beinhaltet. 23

Abbildung 17: Verteilung der Anzahl der Brutabbrüche (n=24) bei Graugänsen (links) und Kanadagänsen (rechts). Kategorie 1 betrifft Brutabbrüche innerhalb von 24 Stunden nach dem Eingriff. Es folgt Kategorie 2 für Brutabbrüche im weiteren Brutverlauf bis zur Kategorie 3, die Brutabbrüche nach dem errechneten, potenziellen Schlupftermin beinhaltet. 24

Abbildung 18: Gösselanzahl bei behandelten und unbehandelten Gelegen (n=53). Der Unterschied erwies sich im linearen Modell als höchstsignifikant. 25

Abbildung 19: Gösselanzahl bei behandelten und unbehandelten Gelegen der beiden Arten. Brutabbrüche sind hier miteinbezogen. 26

Abbildung 20: Verteilung der Gösselanzahl bei behandelten und unbehandelten Grau- und Kanadagansgelegen mit Bruterfolg (n=30). Der Mittelwert für die Gösselanzahl bei Graugänsen liegt bei 4,47, bei Kanadagänsen bei 3,18 Gösseln. Der Einfluss der Art im GLM war signifikant. 27

Abbildung 21: Häufigkeitsverteilung der Anzahl nachgelegter Eier zwischen dem ersten und dem zweiten Durchgang. 28

Abbildung 22: Mischgelege aus neun Grauganseiern und zwei deutlich kleineren, weißen Nilganseiern. Die Aufzeichnung erfolgte während der Gelegebehandlung, daher ist das Gelege nicht vollständig. 29

Abbildung 23: Unbehandeltes Nilgansei oben im Vergleich zum behandelten, beim zweiten Durchgang deutlich verfärbten Nilgansei unten. 30

Abbildung 24: Lage der fünf ausgewählten Monitoringinseln im Gebiet Straubing. 54

Abbildung 25: Lage der ausgewählten Insel am Altmühlsee. 55

Abbildung 26: Lage der untersuchten Inseln in Baunach und Breitengüßbach im Maintal. 56

Abbildung 27: Lage der untersuchten Insel in Hallstadt im Maintal. 57

Abbildung 28: Aufnahmebogen für die Freilandarbeit – Vorderseite. 58

Abbildung 29: Aufnahmebogen für die Freilandarbeit – Rückseite 59

Tabellenverzeichnis

Tabelle 1: Ermittlung der Gelegedichte für die untersuchten Inseln. 16

Tabelle 2: Verteilung der Ergebnisse Bruterfolg, Brutabbruch und Technischer Ausfall auf die Arten Grau- und Kanadagans (n=65). 16

Tabelle 3: Durchschnittliche Gösselanzahl bei behandelten und unbehandelten Gelegen. 26

Tabelle 4: Verteilung der Eieranzahl im Nest bei Mischgelegen aus Grau- und Nilganseiern für zwei Behandlungsdurchgänge. 29

Anhang A: Kartenmaterial

Abbildung 24: Lage der fünf ausgewählten Monitoringinseln im Gebiet Straubing.

Abbildung 25: Lage der ausgewählten Insel am Altmühlsee.

Abbildung 26: Lage der untersuchten Inseln in Baunach und Breitengüßbach im Maintal.

Abbildung 27: Lage der untersuchten Insel in Hallstadt im Maintal.

Anhang B: Aufnahmebogen

Wildgänse Gelegekartierung - LfL 2021							
		Aufnahmebogen				© Falkensteiner/Marschall	
Datum: /		Ort:		Windrichtung: /		Bewölkung (0/8): /	
Uhrzeit: /				Windstärke (Bft): /		Niederschlag: /	
abgelegt: /				Temperatur (°): /			
Gelegeparameter							
Durchgang	(1/2)	1	2	1	2	1	2
Flächenbezeichnung							
Gelegenr., fortlaufend							
GPS Wegpunktnr.							
GPS Fehler	(m)						
Fotonr.							
Art	(Kürzel)						
Eier im Nest	(#)						
Eier behandelt (alt) / X	(#)						
Eier nachgelegt	(#)						
Eier behandelt (neu)	(#)						
Entw.stadium Embryo	(1-5)						
Eier, ganz / zerbr. 5m R.	(#)						
Zustand Eier behandelt	(1-4)						
Neststatus (Beschreibung des Nestzustandes)							
brütend (Gans)	(J/N)						
Nestwache (Ganter)	(J/N)						
Daunen vorhanden	(J/N)						
Eier warm	(J/N)						
Gelegestatus	(1-4)						
Ursache Brutabbruch	(P/I/s)						
Neststandort (Beschaffenheit der direkten Nestumgebung)							
Deckung hori. 2m R.	(%)						
Deckung vert. 2m R.	(%)						
Entfernung Wasser	(m)						
Höhe Nest ü. Wasser	(m)						
Uferneig. nächste	(S / MS / F)						
Vegetation Nest 2m R.		K / Schi / S / B / T		K / Schi / S / B / T		K / Schi / S / B / T	
	(%)	/ / / /		/ / / /		/ / / /	
Brutmonitoring							
Fluchtzeitpunkt							
Behandlung - Beginn/Ende		/	/	/	/	/	/
iButton-ID							
Kamera-ID							
SD-ID							

Abbildung 28: Aufnahmebogen für die Freilandarbeit – Vorderseite.

Brutfläche (Beschaffenheit gesamter (potentieller) Brutfläche d.h. auch Inseln / Halbinseln ohne Nester)							
Insel / Flachwasser	(J/N)						
Höhe Fläche ü. Wasser	(m)						
Alte Neststrukturen	(#)						
Uferneigung Fläche	(%)	S =	MS =	F =			
Ufermaterial	(%)	Er =	Ki =	St =	Sa =		
Vegetation Fläche	(%)	K =	Schi =	S =	B =	T =	+ Veg.anteil ges.
Begehbarkeit	(1-10)						
Fluchtmöglichkeit	(1-10)						
Legende							
Gelegeparameter							
Artkürzel							
Gra = Graugans		Nig = Nilgans			Srg = Streifengans		
Kag = Kanadagans		Wwg = Weißwangengans (Nonnengans)			Hö = Höckerschwan		
Entw.stadium Embryo: (1) nicht angebrütet, (2) 1 .- 7. Tag, (3) 8.-14. Tag, (4) >14. Tag, (5) unbefruchtet							
Eier, ganz / zerbr.: lose Eier im Nest und im Radius von 5m um das Nest herum							
Zustand Eier behandelt bzgl. Verklebung und Geruch: (1) keiner, (2) gering, (3) mäßig, (4) stark							
Neststatus							
Gelegestatus: (1) nicht angebrütet, (2) angebrütet, (3) geschlüpft, (4) aufgegeben							
(1) nicht angebrütet: kalte Eier vorhanden aber keine Daunen, Embryo noch nicht entwickelt							
(2) angebrütet: wenn Gans brütet und/oder Eier warm sind und Daunen vorhanden, Embryo sich entwickelt							
(3) geschlüpft: kleinste Schalenteile und/oder Eihäute vorhanden, ggf. unbefruchtete bzw. angestochene Eier vorhanden							
(4) aufgegeben: Daunen vorhanden aber Eier kalt, Embryo entwickelt oder grob zerbr. Eier ohne Eihäute							
Ursache Brutabbruch: (P) Prädation: Eier aufgepickt (Krähe/Möwe), aufgebissen (Fuchs, Marder), Gans gerissen (Fuchs)							
(I) Innerartlicher Konkurrenzkampf, Eier unbeschädigt, (s) sonstige Störungen wie Hochwasser, Manipulation etc.							
Neststandort							
Deckung horizontal im Radius von 2m (360 Grad Bereich von oben gesehen), in % v. Gesamtbereich							
Deckung vertikal im Radius von 2m (180 Grad Bereich seitlich gesehen), in % v. Gesamtbereich							
Entfernung Wasser: kürzeste Entfernung zum Wasser, geschätzt in Metern							
Höhe Nest über Wasseroberfläche: geschätzt in 0,25m Schritten							
Uferneig. nächste: an nächstgelegener Stelle zum Wasser (S / MS / F, sh. unten)							
Vegetation Nest im Radius von 2m: Kraut-, Schilf-, Strauch-, Baumschicht, Totholz (K / Schi / S / B / T), Anteile in %							
Brutfläche							
Insel (ja / nein), Halbinsel, Schilfgebiet, Leitwerk, etc.							
Flachwasser: Anschluss der Insel über eine Flachwasserzone (bis ca. 35cm WT) ans Festland (ja / nein)							
Höhe Fläche über Wasseroberfläche: max. / durchschnittl., geschätzt in 0,25m Schritten							
Uferneigung Fläche: Steilufer (>45° Neigung und Höhe >1m), Mittelsteiles Ufer (45° bis 25°),							
Flachufer <25°, (S / MS / F), Anteile in % v. Gesamtfläche							
Ufermaterial: Erde, Kies, Stein(-blöcke), Sand (Er / Ki / St / Sa), Anteile in % v. Gesamtfläche							
Vegetation Fläche: Kraut- , Schilf-, Strauch- , Baumschicht, Totholz (K / Schi / S / B / T), Anteile in % v. Gesamtfläche							
Begehbarkeit: Wie leicht ist Fläche zu begehen? Abh. von Vegetationsdichte u. sonst. Strukturen (1, gut - 10, schlecht)							
Fluchtmöglichkeit: Wie gut können Gänse auf der Insel in die Luft flüchten? Veg.dichteabhängig (1, gut - 10, schlecht)							
Prozentwerte zur Klassenbildung stets in 10% Schritten angeben!							
Genaue Abstände zum Wasser und zu Nachbargelegen werden durch GPS-Punkte in ArcGIS ermittelt							

Abbildung 29: Aufnahmebogen für die Freilandarbeit – Rückseite.