



universität
wien

MASTERARBEIT / MASTER'S THESIS

Titel der Masterarbeit / Title of the Master's Thesis

Welche Bedingungen werden von den Waldrappen im Zuge ihrer
Brutökologie für die Neststandortswahl bevorzugt?

verfasst von / submitted by

Stefan Werderitsch, BSc.

angestrebter akademischer Grad / in partial fulfilment of the requirements for the degree of
Master of Science (MSc)

Wien, >2022< / Vienna, >2022<

Studienkennzahl lt. Studienblatt /
degree programme code as it appears on
the student record sheet:

UA >066878<

Studienrichtung lt. Studienblatt /
degree programme as it appears on
the student record sheet:

Masterstudium Verhaltens-, Neuro- und
Kognitionsbiologie

Betreut von / Supervisor:

Dott.ssa Dr. Didone Frigerio, Privatdoz.

Danksagung

Da jede Arbeit ein hohes Maß an Unterstützung benötigt möchte ich mich hiermit bei jenen bedanken, die mich während der Studienzeit sowie beim Verfassen der Arbeit stets unterstützt haben. Allen voran Dott.ssa Dr. Didone Frigerio Privatdoz welche meine Arbeit mit ihrem Fachwissen und Engagement zu einem erfolgreichen Endergebnis geleitet hat. Ebenso möchte ich mich gerne bei Frau Verena Pühringer-Sturmayer MSc., welche mit ihrem jahrelangen Wissen und Vorarbeit eine große Stütze war. Darüber hinaus bei meinem Masterkollegen Tanguy Menthonnex mit dem ich gleichzeitig mit der Arbeit startete und ohne ihm die komplexe Feldarbeit nicht möglich gewesen wäre. Diese Hilfe trifft allerdings nicht nur auf diese wichtigen Personen zu, sondern auf das gesamte Team der Konrad Lorenz Forschungsstelle Grünau und vor allem auch auf Assoz. Prof. Dr. Sonia Kleindorfer, BA welche mir die Arbeit als Leiterin erst ermöglichte.

Außerdem bedanke ich mich hiermit auch bei meiner gesamten Familie, Freunden und Bekanntenkreis, welche mich während des Studiums sowohl seelisch als auch finanziell stets unterstützt haben.

Zum Schluss möchte ich mich bei allen Professoren und Studienkollegen bedanken.

Anmerkung zur gendergerechten Formulierung

Aufgrund der besseren Lesbarkeit wird in dieser Arbeit nur das generische Maskulinum verwendet. Die weibliche Form sowie andere Geschlechtsidentitäten sind mitgemeint soweit es für die Aussage nötig ist.

Inhaltsverzeichnis

Danksagung	2
Anmerkung zur gendergerechten Formulierung	3
1 Zusammenfassung	6
2 Abstract.....	7
3 Hintergrund.....	8
3.1. <i>Taxonomie</i>	8
3.2. <i>Aussehen</i>	8
3.3. <i>Vorkommen</i>	9
3.3.1. Heimisch oder Exotisch?	10
3.4. <i>Nahrung</i>	10
3.5. <i>Koloniebrüter</i>	10
3.5.1. Vor und Nachteile des Koloniebrütens	11
3.6. <i>Fortpflanzung und Paarbildung</i>	11
3.7. <i>Nestbau und Standortwahl</i>	12
3.8. <i>Soziales Verhalten</i>	14
4 Forschungsziel	16
4.1. <i>Hauptfragestellungen</i>	16
4.2. <i>Sekundäre Fragestellungen</i>	17
5 Methodik	18
5.1. <i>Forschungsort</i>	18
5.1.1. Waldrappvoliere.....	18
5.2. <i>Studiendesign</i>	20
5.3. <i>Studienpopulation</i>	20

5.4.	<i>Parameter</i>	21
5.5.	<i>Statistik</i>	23
5.5.1.	Beschreibende Statistik	23
5.5.2.	Schließende Statistik	24
6	Ergebnisse	25
6.1.	<i>Geschlechterverteilung</i>	25
6.2.	<i>Neststandortwahl</i>	26
6.2.1.	Neststandortswiederholungswahrscheinlichkeit	28
6.3.	<i>Bruterfolg</i>	32
6.3.1.	Bruterfolg in Abhängigkeit des Eiablagedatums	35
6.4.	<i>Nachbarschaftsverhältnis</i>	36
7	Diskussion	41
7.1.	<i>Neststandortwahl</i>	41
7.2.	<i>Limitation</i>	45
7.3.	<i>Ausblick</i>	46
8	Referenzen	47
9	Tabellenverzeichnis	51
10	Abbildungsverzeichnis	52
11	Liste der verwendeten Abkürzungen	54
	Appendix	55

1 Zusammenfassung

Waldrappen sind laut International Union for Conservation of Nature IUCN eine als „endangered“ eingestufte Vogelart. 2018 wies sie mit einer momentan stabilen Population eine Individuenzahl von 200-249 weltweit freilebenden geschlechtsreifen Tieren auf (IUCNREDLIST, 2018). Durch eine Machbarkeitsstudie in den 2000ern der EU startete ein Schutzprojekt für die Wiederansiedlung mit dem Namen „LIFE+“. Dadurch konnten 2022 circa 200 Tiere im europäischen Alpenraum gezählt werden. Da diese Größe noch nicht selbstständig überlebensfähig ist, kam es 2022 zu dem neuen Projekt „LIFE20 Northern Bald Ibis“. (ARD, 2022)

Fokus dieser Arbeit lag nun auf der Erforschung des Brutverhaltens, die Rolle der Geschlechter und um die soziale Bindung bei der Wahl des Neststandortes, dafür wurden die Langzeitdaten der freifliegenden Kolonie im Wildtierpark Grünau an der Konrad Lorenz Forschungsstelle aufgenommen und in dieser Arbeit analysiert. Die Daten wurden von 2002 – 2021 gesammelt und in Bezug auf die Neststandorts- sowie Nachbarschaftswahl analysiert. Diese Langzeitdaten haben nun erlaubt folgende Fragen genauer zu behandeln: Ist der männliche Waldrapp für die Wahl des Neststandortes verantwortlich? Besteht ein Verwandtschaftsverhältnis zwischen den Nestnachbarn?

Als ein zentrales Ergebnis konnte gezeigt werden, dass Standorte, welche einen höheren Brut-erfolg aufweisen, auch signifikante häufiger für den Nestbau ausgewählt werden. Weiters konnte gezeigt werden, dass die Männchen mit einer Neststandortswiederholungswahrscheinlichkeit von 60% gegenüber den Weibchen mit 47% mehr Einfluss auf die Standortwahl haben. Darüber hinaus konnte herausgefunden werden, dass die Geburtsstandorte sowie die elterliche Nachbarschaft nahezu zur Gänze gemieden werden. Waldrappen sind sehr soziale Tiere, allerdings spiegelt sich dieses bei der Wahl des Neststandortes nicht sofort wider, da hier die Verwandtschaft und der Geburtsort keine große Rolle spielen. Daher dürfte das soziale Verhalten vor allem für das Überleben und Wohlbefinden der Vögel wichtig sein aber nicht für den Bruterfolg.

Durch diese Erkenntnisse kann bei zukünftiger Forschung nun noch genauer auf mögliche Faktoren, welche die Nachbarschaft beeinflussen, eingegangen werden (Alter, Nestbaustart, Konkurrenz bei der Neststandortswahl, etc.). Auch für Wiederansiedlungen oder den Bau künstlicher Brutstätten können diese Daten herangezogen werden.

2 Abstract

Northern bald ibis are classified as “endangered” by the International Union for Conservation of Nature IUCN. In 2018 they have been a stable population with an individual number of 200-249 free-living sexually mature birds (IUCNREDLIST, 2018). Through a feasibility study in the 2000s the EU started a conservation project for the reseeded called "LIFE+". By 2022, approximately 200 animals could be counted in the European Alpine region. Since this size is not yet able to survive independently, in 2022 the new project "LIFE20 Northern Bald Ibis" was launched. (ARD, 2022)

The focus of this work was now on the study of breeding behavior, the role of the sexes and around the social bond in the choice of nest location, for which the long-term data of the free-flying colony in the Wildlife Park Grünau at the Konrad Lorenz Research Center were recorded and analyzed in this work. The data were collected from 2002 - 2021 and analyzed in relation to nest site and neighborhood selection. These long-term data have now allowed to address the following questions in more detail: Is the male bald ibis responsible for nest site selection? Is there a relationship between the nest neighbors?

It could be shown that sites with a higher breeding success also have a significantly higher utilization rate. Furthermore it could be shown that the males with a nest site repetition probability of 60% compared to the females with 47% have more influence on the site selection. Besides, it could be shown that the birth sites as well as the parental neighborhood are almost completely avoided. Bald Ibis are very social animals, but this is not immediately reflected in the choice of nest location, as kinship and birthplace do not play a major role. Therefore, social behavior may be important for the survival and well-being of the birds, but not for breeding success.

With this data, it is possible to look at factors, which influence the neighborhood, (e.g. age, starting date of nest building, competition concerning the nest selection, etc.), more detailed in following research studies. Furthermore, these data can be used for reintroduction projects or the construction of artificial breeding sites.

3 Hintergrund

Zu Beginn werden die wichtigsten Hintergrundinformationen zu den Waldrappen, welche für die darauf anschließenden Forschungsfragen relevant sind, aufgeführt. Neben der allgemeinen Beschreibung des Waldrapps mitsamt der Systematik, Aussehen und Vorkommen wird auch auf dessen Verhaltens- Lebens- und Brutweise eingegangen.

3.1. Taxonomie

Der Waldrapp gehört zu der Klasse der Aves, im Volksmund sind hiermit die Vögel gemeint. Hier ist er in der Ordnung Ciconiiformes (Schreitvögel) und der Familie Threskiornithidae (Ibisse und Löffler) zuzuordnen. Die Unterfamilie bilden die Threskiornithinae (Ibisse) und hier bilden sie die Gattung *Geronticus* mit dem wissenschaftlichen Namen *Geronticus eremita* (Tobler, 2022). Im Volksmund wurden auch die Namen Steinrapp, Claussrap und Meerrapp laut Gesner bekannt. Jedoch dauerte der Weg bis zu der aktuell geltenden Bezeichnung viele Jahre und begann mit *Ibis hemprichii* laut Ehrenberg. Der schlussendlich gültige Name wurde von Kleinschmidt geprägt (Böhm & Pegoraro, 2011).

3.2. Aussehen

Typisch für den Waldrapp ist sein schwarzes Gefieder, welches einen leichten metallischen Glanz aufweist (ABB. 1) Im Gegensatz dazu ist sein Kopf unbefiedert. Sein Hinterkopf wird umrandet von verlängerten Federn, welche bei der Balz sowie bei Gefahr aufgespreizt werden können. Die Beine sind rot gefärbt. Da es sich um einen Ibis Vogel handelt, besitzt er einen langen gebogenen Schnabel (Deutsche Wildtierstiftung, 2022). Die Größe der Vögel beträgt im Durchschnitt 75 cm. Die Flügel messen meist eine Länge von 39,0 cm bis 42,1 cm. Daraus ergibt sich eine Flügelspannweite von bis zu 135 cm. Der Kopf ist stark verhornt und weist eine individuelle Zeichnung auf, die jedoch nur in den jungen Jahren einer starken Veränderung unterliegt. Bei den Geschlechtern gibt es keinen äußerlichen Dimorphismus. Die Weibchen sind jedoch kleiner und besitzen kürzere Schnäbel. Bei den Jungen sind Kopf und Kehle befiedert (Böhm & Pegoraro, 2011).



Abbildung 1. Aussehen eines adulten Waldtrapp (Quelle: links: https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Hermit_Ibis_in_Vienna_Zoo_on_2013-05-14.png taken by Robert F. Todler, Lizenz CC-BY-SA 4.0; rechts: Aleppo geb. 2006 Foto: Verena Pühringer)

3.3. Vorkommen

Bis in das 17. Jahrhundert war der Waldtrapp von Mitteleuropa bis nach Äthiopien verbreitet. In Europa war die letzte Population vor ca. 350 Jahren zu verzeichnen. Im Nahen Osten gilt der Waldrappe seit 1989 als ausgestorben. Es waren nur noch ca. 200 Vögel in Marokko beheimatet. Es kam daraufhin zu verschiedenen Wiederansiedlungs- und Zuchtprogrammen. In Marokko konnte man bis 1994 220 Vögel, davon 57 Brutpaare wobei die Übrigen Jungvögel und Nichtbrüter waren, zählen. Der Gesamtbestand 2002 lag bei 315. Ebenso kam es zu Zuchtprogrammen in Deutschland und Österreich (Featherbase, 2022). Bei den verschiedenen Kolonien gibt es genetische Unterschiede, beispielsweise in der Größe (Pegoraro, Föger, & Parson, 2001). Dies konnte in einer Studie durch eine Genotypisierung von 642 Individuen ebenso gezeigt werden. Hier kam heraus, dass die europäischen Zoopopulationen genetisch stark strukturiert sind und daher auf getrennte Einien zurückzuführen sind. Bei den Wildpopulationen konnte gezeigt werden, dass es nur eine Substitution gibt, die die östliche von der westlichen Wildpopulation unterscheidet, jedoch die Mikrosatelliten-Analyse einen eindeutigen Unterschied aufwies, wodurch eine genetische Differenzierung erst vor kurzer Zeit stattgefunden hat. (Wirtz, et al., 2018) An der Konrad Lorenz Forschungsstelle in Grünau wurde 1997 eine freifliegende Kolonie aufgebaut. Derzeit beläuft sich die Populationsgröße in der Grünau auf durchschnittlich 40 Tiere. Es handelte sich bei der Gründung 1997 um die erste freifliegende Kolonie in Europa seit ca. 400 Jahren.

3.3.1. Heimisch oder Exotisch?

1994 wurde der Waldrapp in der „Roten Liste der gefährdeten Arten“ der IUCN aufgenommen. 2012 befanden sich 95% der freilebenden Individuen auf Marokko. Das Aussterben ist eine natürliche und biologisch auch nicht veränderbare Tatsache der Evolution. In Europa gibt es nur für die Schweiz, Deutschland und Österreich gesicherte Informationen über das frühere Vorkommen. Es gibt jedoch keinerlei eindeutige Belege, ab wann und inwiefern der Waldrappe heimisch war oder auch nicht. Allerdings ist aufgrund der schwierigen Haltung in Österreich die Aussage möglich, dass sie kein Teil der aktuell heimischen Fauna sind, ob sie es einmal waren ist aber offen (Böhm & Pegoraro, 2011).

3.4. Nahrung

Die Nahrung der Waldrappen besteht in freier Natur aus sehr abwechslungsreicher Kost. Diese beinhaltet Wurzeln, Beeren, Schnecken aber auch Larven, Insekten und Eidechsen (NABU, 2022). In der Forschungsstelle werden die Tiere mit aufgeweichten Hundefutter, getrockneten Insekten und zerkleinerten Eintags-Küken gefüttert.

3.5. Koloniebrüter

Kolonialität wird bei Vögeln laut Mock als „spatio-temporal clumping of nests“ definiert, also als eine zeitlich und räumliche Häufung an Nestern (Campbell & Lack, 1985). Eine andere Form der Definition ist, dass unter einer Kolonie eine größere Anzahl an Tieren verstanden wird, die in einem kleinen Gebiet brüten, welches die Tiere zur Nahrungssuche verlassen. Die Nahrung wird also außerhalb der Kolonie gesammelt, wobei das Nahrungsgebiet um einiges größer ist, als die Fläche des Brutgebiets (Bezzel & Prinzinger, 1990). Genau dies ist auch bei den in dieser Arbeit untersuchten Waldrappen zu sehen: Die Voliere, in welchem die Waldrappen brüten, ist im Vergleich zum Nahrungsgebiet relativ klein.

Kolonien können von wenigen bis zu hunderttausende Paare umfassen. Zu den Vertretern der typischen Kolonievögel zählen die Pinguine, Möwen und auch Reiher (Spektrum, 2022).

Des Weiteren sind echte Koloniebrüter laut Literatur sehr sozial bei der Nistplatzwahl. Auch kann es bei echten Koloniebrütern zu einer Brutsynchronisation kommen (Vlug, 2012). Bei den Waldrappen kommt es zwar zu einer ähnlichen zeitlichen Ablage die sich allerdings bis zu 4 Wochen unterscheiden kann. (ABB. 16)

Es konnte jedoch gezeigt werden, dass Vögel die zeitlich aufeinander abgestimmt brüten deutlich stärkere soziale Bindungen aufbauen und diese auch über Jahre stabil bleiben. (Brandl, Griffith, Farine, & Schuett, 2021) Ob bei diesen Kolonien nun auch der Verwandtschaftsgrad bei den Nachbarn eine Rolle spielt, wird in dieser Arbeit untersucht.

Da es wie bereits erwähnt sehr viele Koloniebrüter gibt so sind auch die Gründe und Umstände unter denen eine Kolonie gegründet wird sehr unterschiedlich ebenso wie die Größe der Kolonien. In dieser Arbeit wird speziell auf den Waldrappen eingegangen, was jedoch nicht ausschließt, dass diese Arbeit und die Ergebnisse auch für weitere Studien anderer Koloniebrüter angewandt und verwendet werden können.

3.5.1. Vor und Nachteile des Koloniebrütens

Das Koloniebrüten zeigt sowohl Vorteile als auch Nachteile auf. So ist die Übertragungsrate für Krankheitserreger bei Koloniebrütern größer, wodurch Tiere mit einem schwachen Immunsystem diese Kolonien meiden sollten. Jedoch bietet die Gruppe einen größeren Schutz vor Prädatoren und es kommt zu einem engen Informationsaustausch, welches mehr Vorteil bietet als der Krankheitserreger-Nachteil. (Drzewinska-Chanko, et al., 2021)

Dem gegenüber stehen jedoch höherwertige Vorteile. Aufgrund der gemeinsamen Ausschau nach Prädatoren sind diese früher erkennbar und es kann früher vor drohender Gefahr gewarnt werden. Ebenso kann sich ein Prädator aufgrund des Konfusionseffekts schwerer auf ein einzelnes Tier konzentrieren. Darüber hinaus können Feinde gemeinsam abgewehrt werden. Ein weiterer Vorteil, welchen das Koloniebrüten bietet, ist, dass Informationen über Nahrungsquellen schneller weitergegeben werden können. Hier sind die Seevögel, die Fischschwärme als Nahrungsquelle nutzen, klassische Beispiele. Allerdings kann Koloniebrüten auch einen anderen Aspekt haben. (Natursport Info, 2019).

3.6. Fortpflanzung und Paarbildung

Bei der hier verwendeten Modellart Waldrappe handelt es sich wie bereits oben beschrieben um Koloniebrüter. Da in dieser Arbeit vor allem die Fortpflanzung eine große Rolle spielt, wird hier ein genauerer Überblick über die Fortpflanzung sowie die Paarbildung gegeben.

Waldrappen sind eine Spezies, die sich nicht mit einer hohen Anzahl an jährlichen Nachkommen pro Nest fortpflanzen, da der Reproduktionserfolg mit 1,5 Jungen pro Brut bei durchschnittlich 3 Eiern gering ausfällt. Im Alter zwischen 3 und 4 Jahren werden sie geschlechtsreif (Sahin,

1982). In der Konrd Lorenz Forschungsstelle sind es im Schnitt 2-3 Jahre. Es bildet sich zumindest in Zookolonien eine ganzjährige fixe Sozialstruktur. Verbringt das zukünftige Paar die Winterzeit in derselben Voliere, erhöht dies den Bruterfolg. Die Periode der Fortpflanzung beginnt mit einem starken Anstieg des Sozialverhaltens. Verhalten wie „Hälseverschränken“ oder „Luftschütteln“ nehmen stark zu. Es deuten viele Daten darauf hin, dass es nur während eines Jahres zu einer monogamen Beziehung kommt, was auch in dieser Studie untersucht wurde. Wie andere Studien gezeigt haben, nützen bereits vertraute Paare mehr Zeit für die Nestpflege und weniger für die Kopulation oder für die gegenseitige Pflege. Ein typisches Paarungsvorspiel ist bei den Waldrappen nicht bekannt. Das Männchen besteigt das Weibchen über den Rücken und versucht, mit den Füßen halt zu finden. Der Geschlechtsakt selbst dauert nur ca. 36 Sekunden (Böhm & Pegoraro, 2011).

Es gibt nur eine Brut jährlich, hierbei werden zwischen zwei bis vier Eier abgelegt. Die Brutsaison ist zwischen März und Juni. Das Weibchen legt ca. 28 Tage nach Begattung die Eier ab, wobei zwischen jedem Ei ein zeitlicher Abstand von etwa zwei Tagen eingehalten wird. Dadurch sollen Rankämpfe im Nest zwischen den Nachkommen seltener sein. Während der Brut sind immer entweder das Männchen oder das Weibchen anwesend und das Nest wird in den ersten zwei Wochen nie unbeaufsichtigt gelassen. Bis zum Schlüpfen des ersten Jungtieres vergehen durchschnittlich vier Wochen (Böhm & Pegoraro, 2011)

Trotz des Abstandes bei der Eiablage versterben viele Jungtiere aufgrund der direkten oder indirekten Auseinandersetzung unter den Geschwistern. Am Beginn kommt es zu passiver Nestlingsrivalität, wo sich nach ca. drei Wochen Aggressionen unter den Geschwistern bilden und die schwächsten verhungern, da sie aufgrund des Unterdrückens und Dominanzverhaltens des Stärkeren von den Elterntieren zu wenig Nahrung erhalten (Alcock, 1996). Beim aktiven Aggressionsverhalten pickt das stärkere Tier mehrmals auf sein Nestgeschwister. Dieses Verhalten ist bei adulten Tieren als Gruh-Ruf weiterentwickelt. Nach etwa 42-50 Tagen wird der Nachwuchs flügge. Pro 3-4 Eier schaffen dies statistisch gesehen durchschnittlich 1,5 Junge (Pegoraro, 1992).

3.7. Nestbau und Standortwahl

Für diese Studie der wichtigste Teil der Fortpflanzung ist die Neststandortwahl. Das bevorzugte Habitat für die Brut weist steile Felswände mit zahlreichen Nischen auf, wie auch Abbildung 2 zeigt. Dadurch werden die Nachkommen vor Witterung geschützt und sie halten auch die meisten Prädatoren ab (LIFE Northern Bald IBIS, 2020) (ABB: 2)



Abbildung 2. Neststandort (Quellen: https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Ibis_Eremita_02.jpg
https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Ibis_Eremita_04.jpg; Lizenz CC-BY-SA 4.0)

In Abbildung 3 ist die Präferenz für die verschiedenen Arten von Nischen bei den Waldrappen ersichtlich. Es zeigt sich, dass die kleineren und schwer angreifbaren Nischen bevorzugt werden. Die direkte Sonneneinstrahlung wird durch die Nischenwahl auf 4-6 Stunden reduziert. (Böhm & Pegoraro, 2011)

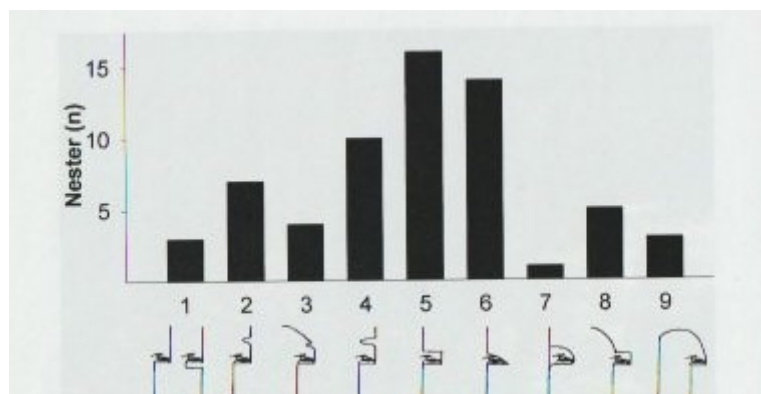


Abbildung 3. Präferenzen von Neststandorten in marokkanischen Kolonien (aus Böhm & Pegoraro, 2011)

In der Voliere der Konrad Lorenz Forschungsstelle in Grünau wurden die Nischen möglichst der Natur nachempfunden. Jede Nische ist durch ein Holzbrett von den anderen getrennt, sie sind aber trotzdem sehr eng nebeneinander. Ebenso gibt es erhöhte sowie niedrigere Nischen.

Für den Nestbau werden Zweige, Gras oder auch Blätter verwendet. Am Nestbau sind beide Partner beteiligt. (Sahin, 1983) Da die Wahl der Nachbarn und die Standortwahl in freifliegenden Kolonien noch nicht gut erforscht ist, hat sich diese Studie darauf konzentriert. Es ist bekannt, dass am Rand liegende Standorte weniger begehrt sind und diese von rangniedrigeren Paaren verwendet werden. Auch dies wird in der Arbeit untersucht (Safriel, 2008).

3.8. Soziales Verhalten

Waldrappen weisen ein hohes Spektrum an sozialer Interaktion auf. So begrüßen sich Partner, aber auch unverpaarte Vögel mit einer Zeremonie, welche der Bettelbewegung der Jungtiere ähnelt. Hierbei wird der Kopf zuerst in den Nacken geworfen und anschließend nach vorne, wobei die Kopfzeichnung für das Gegenüber sichtbar wird. Hinzu kommen sogenannte „Chrup-Chrup-Rufe“. Diese Verneigung wird einige Male hintereinander durchgeführt. Die soziale Kommunikation beginnt bereits wenige Stunden nach dem Schlüpfen der Jungtiere mittels Laute. Bei Erschütterung am Nestrand führen die Jungvögel die oben beschriebenen Bewegungen durch. Dieses Betteln hat einerseits die Funktion, Nahrung zu erhalten, andererseits dient sie auch hier bereits der Kontaktaufnahme mit Artgenossen (Kotrschal, Tuckova, & Zisser, 1998). Bereits am dem 11. Lebenstag nehmen die Jungvögel aktiv an der Umwelt teil. Die Bewegungen werden gerichtet mit hämmerchenförmiger Kopfbewegung. Später entwickelt sich aus diesem Futterbetteln das Kopfnicken (Wackernagel, 1964). Im generellen hat das Kopfnicken die Funktion, Benachrichtigungen zu vermitteln. Bei der Begattung dürfte das Kopfnicken keinerlei Bedeutung haben, denn es wird nicht nur während der Paarungs- und Balzzeit ausgeführt. Es gibt jedoch Hinweise, dass es die Partnerschaft verfestigen könnte. (Sahin, 1990). Bei der Balz kann es zwischen Männchen, welche sich rivalisieren, zu sogenannten „Schnabelkämpfen“, auch Kommentkämpfe genannt, kommen, insbesondere dann, wenn Nester bedrängt oder Materialien gestohlen werden. Hierbei wird aber nie ein Individuum verletzt.



Abbildung 4. Begrüßungsritual (Quelle: https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Dou%C3%A9_21_06_2010_09_Geronticus_eremita_2.jpg; open source licence)

Des Weiteren ist die Gefiederpfelge bei den Waldrappen eine sehr ausgeprägte Form des Sozialverhaltens. Diese findet vor allem zwischen Eltern und den Jungtieren statt. Es dient neben der Reinigung des Gefieders und der Kloakenregion auch der sozialen Bindung untereinander (Pegoraro, 1992).

4 Forschungsziel

Hauptziel dieser Arbeit war es, genauere Informationen und Aussagen zur Nestwahl in Bezug auf das Nachbarschaftsverhältnis zu treffen. Es ist bekannt, dass Waldrappen soziale Vögel sind und auch, dass sich diese soziale Lebensweise auf die Paarbindungen sowie auf die Wahl des Neststandorts auswirkt. Die Neststandortswahl bietet aufgrund der Nähe zum Nachbarn und aufgrund der Interaktionen innerhalb der Kolonie spannende Forschungsfragen. Es wird aufgrund der Eigenschaften des Ortes und des Verhaltens zwischen Individuen vermutet, dass es nicht zu einer zufälligen Wahl der Nachbarn kommt, sondern dass diese, genauso wie der exakte Neststandort, gezielt ausgewählt werden. Da das Männchen mit dem Nestbau beginnt, stellen sich weitere Fragen in Bezug auf die Partnerwahl.

4.1. Hauptfragestellungen

1. Nützen die Tiere Standorte wo der Erfolg hoch war in den Vorjahren häufiger diese wieder?

Nullhypothese H_0 : Neststandorte mit hohem Bruterfolg in den Vorjahren werden bei der neuen Neststandortswahl nicht bevorzugt.

Alternativhypothese H_1 : Es werden bestimmte Standorte mehr bevorzugt.

2. Welche Rolle spielen die beiden Geschlechtern bei der Neststandortswahl?

Nullhypothese H_0 : Der männliche Waldrapp ist für die Wahl des Neststandortes nicht signifikant häufiger verantwortlich als der weibliche Waldrapp.

Alternativhypothese H_1 : Ein Geschlecht hat mehr Einfluss auf die Entscheidung.

3. Besteht ein Verwandtschaftsverhältnis zwischen den Nest-Nestnachbarn und welche Rollen spielen Nachbarn?

Nullhypothese H_0 : Waldrappen wählen nicht signifikant häufiger Neststandorte zu verwandten Waldrappen.

Alternativhypothese H_1 : Waldrappen wählen signifikant häufiger Neststandorte zu verwandten Waldrappen.

4.2. Sekundäre Fragestellungen

Bei diesen Fragestellungen handelt es sich um Fragen, welche während der Forschung aufgrund des Backgrounds oder im Zuge der Auswertung der Daten entstanden sind und noch einen wichtigen Teil zu den Hypothesen beitragen.

1. Wechseln die Waldrappen bei weniger Bruterfolg häufiger den Neststandort?
2. Wie oft wechseln die Männchen bzw. die Weibchen die Nester?
3. Was ist die durchschnittliche Partneranzahl bei Weibchen und Männchen?
4. Hängt das Eiablagedatum mit dem Bruterfolg zusammen?
5. Wird der Schlupfneststandort bei der eigenen Neststandortwahl bevorzugt?

5 Methodik

5.1. Forschungsort

Durchgeführt wurde diese Masterarbeit an der Konrad Lorenz Forschungsstelle in Grünau in enger Zusammenarbeit mit dem Wildpark Grünau. In Abbildung 3 ist das neue Gebäude der Forschungsstelle zu sehen welches sich direkt neben dem Tierpark befindet. Es wird sich dort sowohl Themen der Verhaltensforschung sowie Themen der Kognitionsbiologie gewidmet. Die Forschungsstelle wurde 1973 gegründet und wird nun seit 2018 von Prof. Dr. Sonia Kleindorfer geleitet. (ABB. 5)



Abbildung 5. Wildtierpark Grünau mit Konrad Lorenz Forschungsstelle (Logo: Quelle: <https://www.klimabuendnis.at/cumberland-wildpark-naturtierpark-gruenau-gmbh>; Gebäude-Foto: Shane McPhearson)

5.1.1. Waldrappvoliere

Die Waldrappenvoliere befindet sich im Wildpark Grünau, wo bereits eine lange Forschung an den vom Aussterben bedrohten Waldrappen möglich ist. 1997 wurde mit der Gründung einer Freiflugkolonie begonnen, um Grundlagenforschung vom Sozialverhalten zu betreiben und Wissen für Wiederansiedlungsprojekte zu bekommen. Die Voliere besitzt einen mit Plexiglas abgeschirmten Beobachtungsraum, welcher es ermöglicht, die Tiere während der Fütterung etc. zu beobachten. Die Voliere ist ein Holzbau mit einem Turm und mehreren Neststandortmöglichkeiten, wie auch in **Fehler! Verweisquelle konnte nicht gefunden werden.** ersichtlich

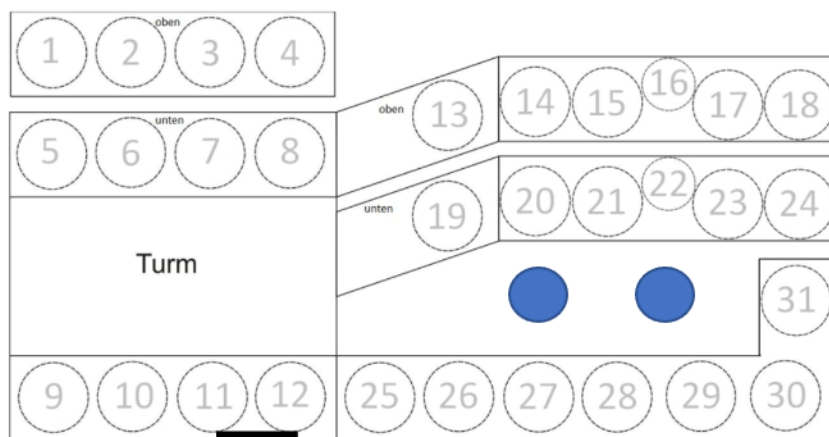


Abbildung 6. Neststandortplan Voliere Grünau

Fehler! Verweisquelle konnte nicht gefunden werden. zeigt den Neststandortsplan der Voliere. Die Nester mit den Nummern 1-4, 13-18, 9-12 und 25-31 befinden sich in der Voliere ganz oben, wo darüber nur noch das Dach ist und keine weiteren Nester mehr. Sie sind also erhöht und nach oben geöffnet. Die Nester 5-8 und 19-24 befinden sich darunter und haben somit Nester über sich. Unter Ihnen ist die Futterstelle, welche mit zwei blauen Kreisen gekennzeichnet ist. Hier werden die Vögel jeden Morgen mit Trockenhundefutter, Insekten und geschredderten Hühnerküken gefüttert. Durch diese tägliche Fütterung können eine Anwesenheitsliste geführt und diverse Beobachtungen durchgeführt werden. Weiters gibt es in manchen Aufzeichnungen noch das Nest Nr. 32, welches in der Abbildung nicht eingezeichnet ist, dies befindet sich circa zwischen 14 und 15.

Der schwarze Balken demonstriert die Position des unteren Eingangs. Es sind zwei Eingänge in der Voliere vorhanden. Der erste Eingang befindet sich auf Höhe der Nester 9-10 und der andere wie eingezeichnet darunter. Die Eingänge können je nach Belieben von den Mitarbeitern oder Forschern geöffnet werden, um zum Beispiel außerhalb der Voliere Kameras anzubringen. Generell sind diese Eingänge so weit geöffnet, dass ein kleiner Spalt bleibt, wo die Waldkrähen ein und aus können, aber kein Prädator in die Voliere kommt. Die Nester 16 und 22 sind kleinere Kreise, da sie sich genau zwischen zwei anderen Nestern befinden, wo ursprünglich beim Bau der Voliere kein Nest geplant war, die Waldkrähen dort jedoch auch regelmäßig Nester bauen.

5.2. Studiendesign

Bei der hier vorliegenden Arbeit handelt es sich um eine analytische Masterarbeit bei welcher die Daten der Waldrappen sowie deren Brutverhalten und Nest- und Partnerwahl in den Jahren 2002 – 2021 ausgewertet und anschließend analysiert wurden.

5.3. Studienpopulation

Bei der Population, welche zur Beantwortung der Fragestellungen herangezogen wurde, handelt es sich um die Waldrappe in Grünau und umfasst jedes Jahr in etwa 40 Tiere, welche in den Jahren 2002 – 2021 die im Kapitel 5.4.1 beschriebene Waldrappenvoliere besiedelten. Die Anzahl der Tiere ist jährlich in etwa gleich, da die Anzahl des Nachwuchses und die Zahl der Sterbefälle pro Jahr relativ ausgeglichen ist. Zu Beginn des Dokumentationszeitraumes war die Population jedoch noch etwas kleiner, und zwar bestand sie aus 9 Individuen. In den vergangenen Jahren kann die Population aber als konstant angesehen werden. Die Waldrappe besiedeln diese Voliere freifliegend und suchen sich ihre Nahrung im Frühling und Sommer eigenständig. Das restliche Jahr sind sie selbst bei Schnee in der Voliere, da diese auch mit Wärmelampen ausgestattet ist.

Für die Beantwortung der Forschungsfragen wurde ein Datensatz der Langzeitdatenerhebung der Konrad Lorenz Forschungsstelle Grünau verwendet. Dieser Datensatz beinhaltet alle bekannten Informationen über die Waldrappenpopulation in Grünau ab 2002. Dieser Datensatz wurde über die 20 Jahre von mehreren Mitarbeitern der Forschungsstelle bearbeitet und weitergeführt. Leider kam es gerade am Beginn der Langzeitdatenanalyse zu Unstimmigkeiten und Ungenauigkeiten, beispielsweise bei der Neststandortbeschreibung oder durch fehlende Daten über Beginn und Ende der Brutzeit. Diese wurden bestmöglich vor der Auswertung der Daten bereinigt und beseitigt in Zusammenarbeit mit Kollegen/innen. Dennoch war es nicht möglich, bei allen Individuen einen vollen Datensatz zu erhalten. Ebenso fehlten die Daten aus dem Jahr 2009 komplett. Jedoch wurden diese fehlenden Daten in der Auswertung mittels Gewichtung berücksichtigt. Im Datensatz sind folgende Werte für die einzelnen Individuen abzulesen:

- Name des Waldrapp
- Geschlecht
- Geburtsjahr
- Schlupfdatum
- Mutter

- Vater
- Handaufgezogen ja/nein
- Sterbetag/Vermisst falls vorhanden
- Todesursache falls vorhanden

Da sich diese Arbeit speziell mit den Nachbarn und Beziehungen während der Nestbau- und Brutzeit beschäftigt, wurden die Daten der einzelnen Paare während eines Jahres analysiert. Dies ergab eine Tabelle für das jeweilige Jahr mit den Paaren, welche sich gebildet hatten und durch folgende Daten präsentiert wurden:

- Männlicher Waldrappe + Alter
- Weiblicher Waldrappe + Alter
- Jahr der Beziehung
- Insgesamte Beziehungsdauer in Jahren des Männchens
- Insgesamte Beziehungsdauer in Jahren des Weibchens
- Beziehungsdauer eines Pärchens
- Der genaue Neststandort des gemeinsamen Nests
- Datum des Nestbaustarts
- Eianzahl
- Eilegestart
- Eilegeende (Da nicht gleichzeitig abgelegt wird, kommt es hier zu einer Zeitspanne)
- Inkubationszeit
- Jungtiere
- Namen der Jungtiere inkl. Geschlecht
- Verstorbene Jungtiere
- Datum des Todes eines Jungtieres

5.4. Parameter

Zur Beantwortung der Fragestellungen war es notwendig, aus den zur Verfügung gestellten Daten, gewisse Parameter zu definieren, welche in die Auswertung miteinflussen. Dazu zählten

- Name
- Geschlecht (männlich, weiblich)

- Verwandtschaftsverhältnis zu den Nachbarn und Tieren in der Voliere (Geschwister, Halbgeschwister, Kinder/Eltern)
- Partner
- Neststandort (in Nummern von 1 – 32)
- Neststandortwiederholungswahrscheinlichkeit
- Nisthäufigkeit
- Schlupferfolg = Bruterfolg
- Nestnachbarn

Partner

Als Partner versteht sich jener Waldrapp, der zusammen mit einem Waldrapp anderen Geschlechts ein Gelege baut.

Verwandtschaftsverhältnis

Es wurde für ein positives Verwandtschaftsverhältnis definiert, dass all jene Waldrappe als verwandt gelten, welche ein Verwandtschaftsverhältnis als Eltern/Kinder, Geschwister sowie Halbgeschwistern aufweisen. In den Analysen fallen in den Begriff „Geschwister“ auch jene der „Halbgeschwister“. Da es keine genetischen Daten darüber gibt, wurden diese Begriffe für Individuen verwendet, die im selben Nest aufgewachsen sind.

Neststandortwiederholungswahrscheinlichkeit

Als Neststandortwiederholungswahrscheinlichkeit wird jener Prozentsatz herangezogen, der sich mittels der Anzahl des am häufigsten ausgewählten Neststandortes eines Individuums durch die Gesamtanzahl all seiner Neststandorte ergibt.

Nesthäufigkeit

Unter Nesthäufigkeit versteht sich jener Prozentsatz, in dem ein Neststandort mit einer gewissen Nummer in den Beobachtungsjahren belegt war.

Schlupferfolg/Bruterfolg

Als Schlupferfolg bzw. Bruterfolg wird die Prozentzahl an geschlüpften Waldrappen durch die Anzahl der gelegten Eier pro Jahr über den gesamten Beobachtungszeitraum sowie für jedes

einzelne Jahr angesehen. Hierfür wurde der Schlupferfolg der einzelnen Jahre über den Beobachtungszeitraum von 19 Jahren ebenfalls gemittelt und für jeden Neststandort einzeln ausgewertet.

Nestnachbarn

Als Nestnachbarn werden jene Paare definiert, welche im selben Jahr ihren Nistplatz nicht mehr als 1 Neststandort auseinander entfernt haben. Um die Eigenschaften von Nestnachbarn besser vergleichen zu können, wurden zusätzlich folgende Kategorien, wie in **Fehler! Verweisquelle konnte nicht gefunden werden.** ersichtlich, definiert:

Kategorie	Eigenschaften
0	Weder Nachbarn noch Verwandte in der Voliere
1	Nachbarn vorhanden, aber keine Verwandten in der Voliere
2	Verwandte Nachbarn
3	Keine Nachbarn, jedoch Verwandte in der Voliere
4	Nachbarn, Verwandte in der Voliere
5	Geschwisterpaar

Tabelle 1 – Einteilung der Nachbarn in Kategorien

5.5. Statistik

Die statistischen Auswertungen des Datensatzes wurden mittels R[®] ausgewertet und in Microsoft Office Excel[®] graphisch dargestellt. Es wurden sowohl die absoluten Zahlen als auch Mittelwerte und Wahrscheinlichkeiten berechnet, sowie mögliche Korrelationen aufgezeigt.

5.5.1. Beschreibende Statistik

Um die Studienpopulation zu beschreiben, wurden Stab-, Balken- und Kreisdiagramme verwendet, in denen absolute (Fallzahl, n) und relative (Anteilswert, %) Häufigkeiten der einzelnen Parameter dargestellt sind. Weiters wurden Mittelwerte in Bezug auf die Nesthäufigkeit und Wiederholungswahrscheinlichkeiten zur Neststandortswahl ermittelt.

5.5.2. Schließende Statistik

Um zu sehen, ob es zwischen Stichprobeneigenschaften Unterschiede gibt, wurde der p-Wert herangezogen, wobei ein Signifikanzniveau, entsprechend der Irrtumswahrscheinlichkeit, mit $\alpha = 5\%$, vorab festgelegt wurde, sodass ein Ergebnis mit $p \leq .05$ als signifikant angenommen werden kann.

Für die Ermittlung einer möglichen Korrelation wurde der Spearman-Test durchgeführt. Diesbezüglich handelt es sich um einen Rangkorrelationskoeffizienten r_s . Es wird hierbei berechnet, ob ein linearer Zusammenhang mindestens zweier ordinalskalierten Daten vorliegt. Hierbei ist eine positive ($r_s > 0$) als auch eine negative ($r_s < 0$) Korrelation möglich, je nach Wert kann zwischen keiner und einer starken Korrelation unterschieden werden, wie **Fehler! Verweisquelle konnte nicht gefunden werden.** zeigt (Universität Zürich, 2022).

Einteilungsgrade	Korrelationsgrad
$r_s = 0$	Keine Korrelation
$0 < r_s \leq 0.19$	Sehr schwache Korrelation
$0.20 < r_s \leq 0.39$	Schwache Korrelation
$0.40 < r_s \leq 0.59$	Moderate Korrelation
$0.60 < r_s \leq 0.79$	Starke Korrelation
$0.80 < r_s \leq 1.00$	Sehr starke Korrelation

Tabelle 2 – Einteilung des Regressionskoeffizienten

Ebenso wurden Durchschnitte und Chi Square Tests durchgeführt.

6 Ergebnisse

Im Folgenden Abschnitt werden nun die Ergebnisse der statistischen Auswertung angeführt. Neben der primären Geschlechterverteilung liegt der Fokus auf der Auswertung der Neststandortswahl, die Häufigkeit der Nestverwendung und des Bruterfolgs.

6.1. Geschlechterverteilung

Die Gesamtanzahl jemals gezählter Waldrappen von 2001 – 2021 betrug 406 Individuen. In Abbildung 7 ist nun die Geschlechterverteilung dieser Waldrappen von 2001-2021 zu sehen. Im Jahr 2022 kam es zu keiner erfolgreichen Nestbildung sowie zu einer sehr geringen Anzahl an Beobachtungen, da es aufgrund vieler Probleme (Holzarbeiten, Prädatoren,...) zu einer hohen Abwesenheit der Tiere gekommen ist.

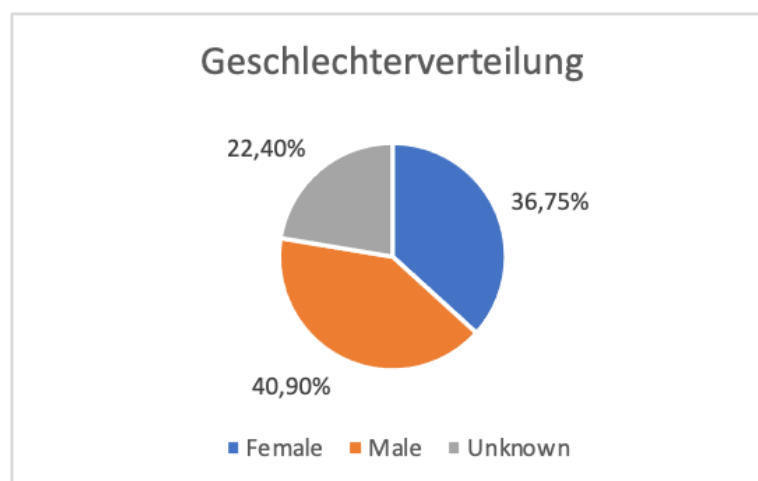


Abbildung 7. Geschlechterverteilung in % der Waldrappenpopulation Grünau von 2002 – 2021.

Aus allen in diesen Jahren gezählten und untersuchten Individuen waren 22,4% unbekannten Geschlechts. Dies kann aufgrund von frühem Sterben oder durch Emmigration vor der Geschlechterbestimmung passieren. 36,75% waren weiblich und 40,9% männlich. Hier sind jedoch alle Individuen aufgelistet, auch jene, die niemals in der Voliere gebrütet haben oder bereits im Jugendalter verstorben sind. Die Geschlechterverteilung spielt für die Neststandortswahl eine sehr wichtige Rolle.

6.2. Neststandortswahl

Um zu sehen, wie oft ein Neststandort in den Jahren 2002 – 2021 verwendet wurde, wurden die Daten ausgezählt. In Abbildung 8 wurde die Verwendung der Nester mit den Nummern 1 – 32 in absoluten Zahlen aufgeschlüsselt dargestellt.

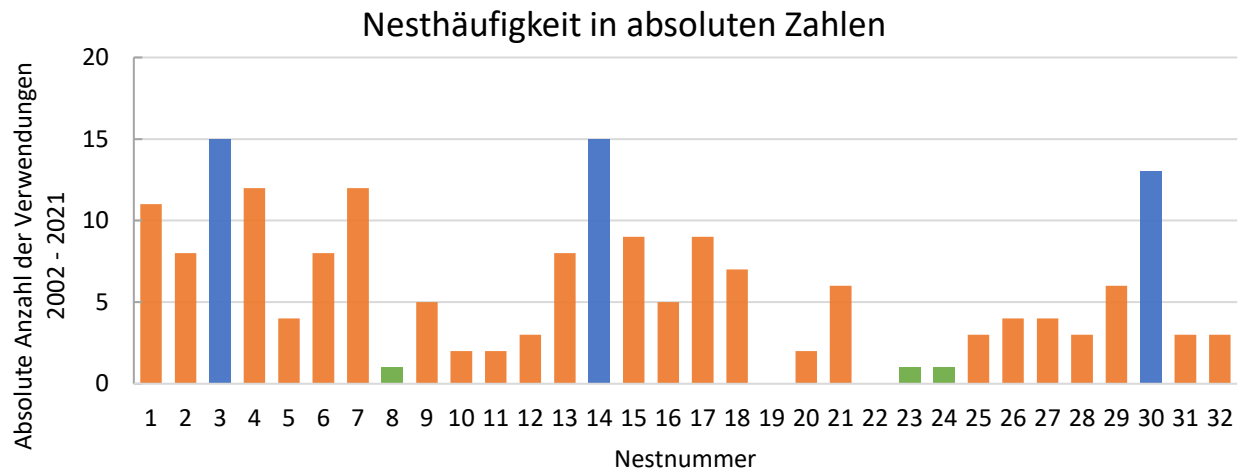


Abbildung 8. Nesthäufigkeit in absoluten Zahlen des jeweiligen nummerierten Neststandorts

Abbildung 9 zeigt die dazugehörigen Prozentsätze, wie häufig ein Standort in den Jahren 2002 – 2021 als Nistplatz auserwählt wurde. Darunter ist in Tabelle 3 eine genaue Auflistung der Werte ersichtlich.

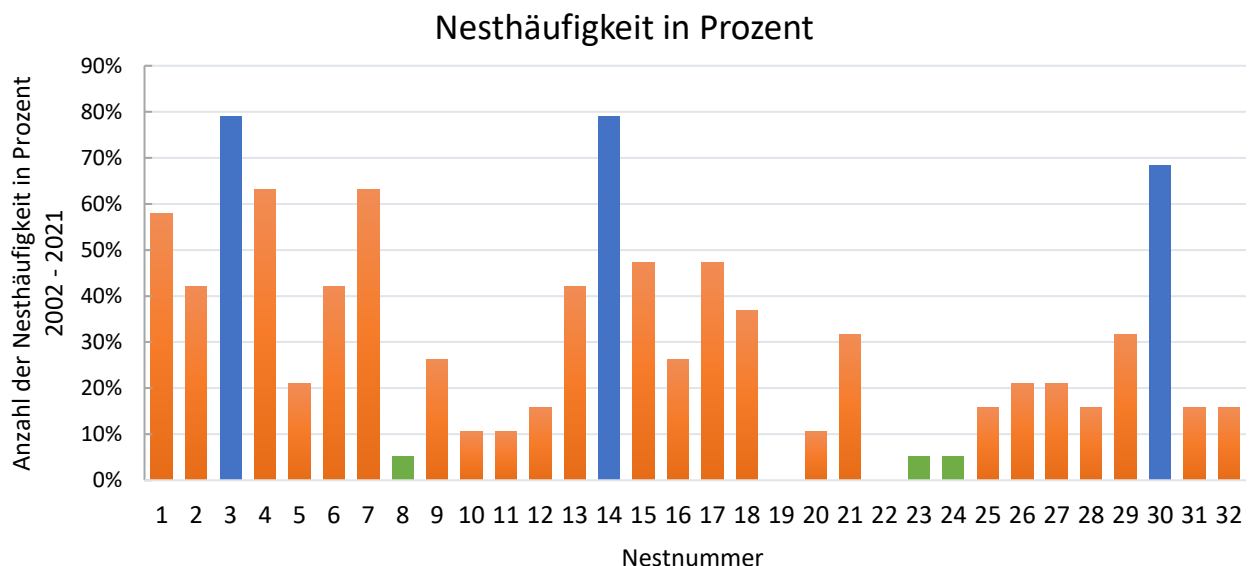


Abbildung 9. Nesthäufigkeit in Prozent

Nestnummer	Verwendung des Nests in %	Nestnummer	Verwendung des Nests in %
1	58%	17	47%
2	42%	18	37%
3	79%	19	0%
4	63%	20	11%
5	21%	21	32%
6	42%	22	0%
7	63%	23	5%
8	5%	24	5%
9	26%	25	16%
10	11%	26	21%
11	11%	27	21%
12	16%	28	16%
13	42%	29	32%
14	79%	30	68%
15	47%	31	16%
16	26%	32	16%
Mittelwert: 30%			

Tabelle 3 – Neststandortsnutzung in Prozent von 2002 – 2021

Die Neststandorte 8, 19, 22, 23 und 24 wurden gar nicht oder nur sehr selten genutzt, diese sind in der Abbildung 9 grün hervorgehoben. Die Neststandorte 3, 14, und 30 (blau) wurden hingegen sehr oft gewählt mit einer Nutzung von 68 bzw. 79%. Die durchschnittliche Nutzung eines Standortes während des Beobachtungszeitraumes lag bei 5,7 Malen, was einem Prozentsatz von durchschnittlich 30% entspricht.

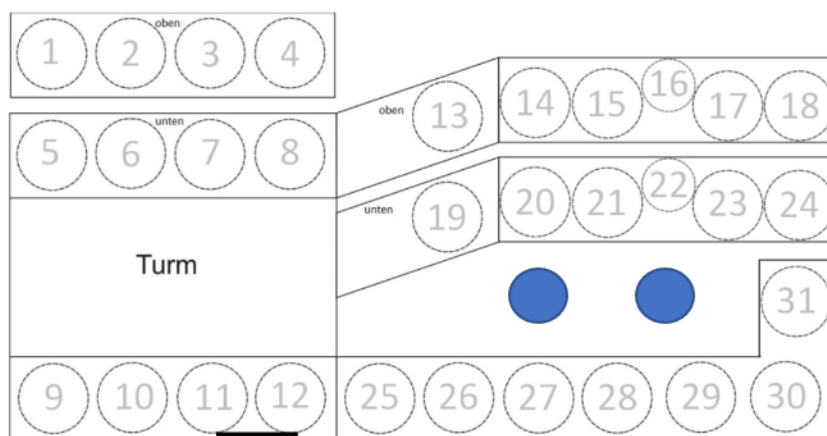


Abbildung 10. Neststandortplan Voliere Grünau

6.2.1. Neststandortswiederholungswahrscheinlichkeit

Für die Wiederwahl des Nestplatzes stellt sich die Frage, welche Faktoren hierfür relevant sein können, insbesondere jene, ob eher Männchen oder Weibchen für die Nestwiederwahl verantwortlich sind. Hierfür wurde analysiert, ob zwischen Männchen und Weibchen unterschiedliche Neststandortswiederholungen existieren, indem für jedes Individuum berechnet wurde, wie oft dieses denselben Standort verwendete und wie oft gewechselt wurde. Hier spielte es keine Rolle, wie viele unterschiedliche Partner ein Individuum hatte, da jedes Paar einen definierten Standort für eine Brutsaison hatte und jeder Wechsel aus den Daten klar ersichtlich ist. Die Anzahl des am häufigsten ausgewählten Neststandortes eines Individuums wurde durch die Gesamtanzahl aller seiner Neststandorte dividiert. Dies wurde anschließend für jedes einzelne Individuum, welches ein Nest in der Voliere gebaut hatte, ermittelt. Daraus ergab sich eine Liste von 191 Nestern bei den Männchen und 190 Nestern bei den Weibchen. Der Unterschied von diesem einem Nest erklärt sich dadurch, dass es in seltenen Fällen sein kann, dass ein Männchen zwei Nester in einem Jahr baut – dies war in den Aufzeichnungsjahren einmal der Fall siehe Abbildung 11 die Ergebnisse in Prozentzahlen.

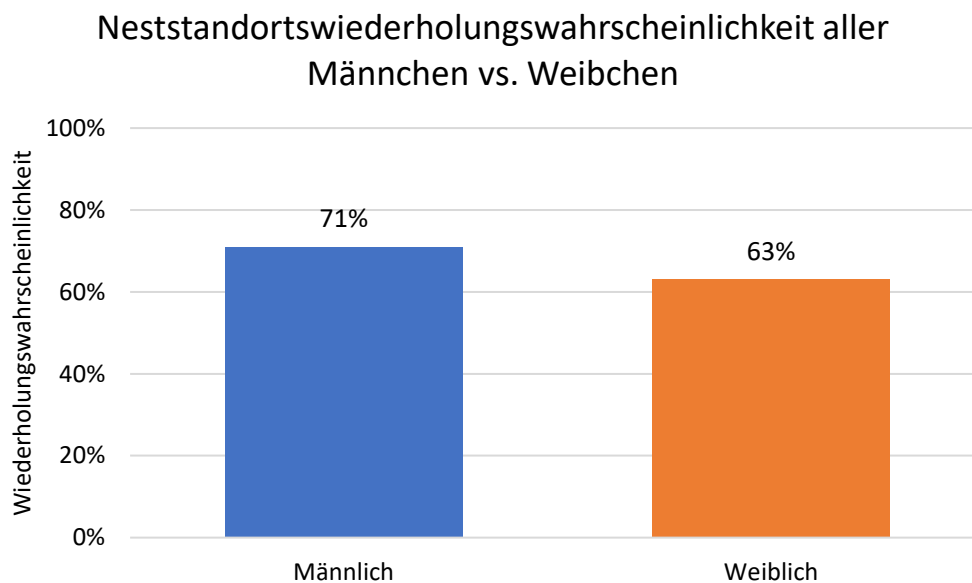


Abbildung 11. Neststandortswiederholungswahrscheinlichkeit Männchen vs. Weibchen

Es zeigte sich, dass Männchen mit 71% häufiger am selben Nestplatz brüten als Weibchen mit 63%. Aus der Grafik ist also ersichtlich, dass die Männchen einen Standort öfter wiederverwenden als die Weibchen. Daher lässt sich die Vermutung aufstellen, dass die Männchen die Hauptverantwortung für die Standortwahl tragen. Hier wurde kein Chi Square Test durchgeführt, da alle Individuen verwendet wurde, auch jene die nur einmal einen Neststandort nutzten.

Daher sind diese Werte mit Vorsicht zu analysieren, da ein einzelnes Nest keinen Durchschnitt oder Präferenz erlaubt.

Um diese Aussage weiter zu unterstützen, wurden noch die Anzahl an unterschiedlichen Partnern mit der Anzahl an jemals verwendeten Neststandorten pro Individuum verglichen. Es wurde also analysiert, wie viele Partner bei den Weibchen und wie viele Partnerinnen bei den Männchen auf einen Neststandort kommen. Hierzu wurde die jeweilige Anzahl an Partnern durch die Anzahl an Neststandortswechsel eines einzelnen Individuums dividiert. Diese Werte wurden anschließend je Geschlecht addiert und durch die Gesamtanzahl an Werten je Geschlecht dividiert, um einen Mittelwert zu erhalten. Hierbei kam für die Männchen ein Wert von 1,4 heraus. Also wechselt ein Waldrappenmännchen im Durchschnitt erst nach 1,4 Partnerinnen den Standort. Bei den Weibchen war ein Wert von 0,9 zu ermitteln. Dies bedeutet, dass Weibchen statistisch gesehen mit jedem neuen Partner den Standort wechseln. Ein Wert unter 1 bedeutet, dass das Weibchen mehr Nesterwechsel als Partnerwechsel hatte. So ist ein Wert unter 1 möglich. Ein Beispiel hierfür wären 3 verschiedene Partner, aber 4 verschiedene Standorte, die genutzt wurden. In Abbildung 11 wurden, allerdings wie bereits erwähnt alle Daten verwendet.

In Abbildung 12 wurden nun nur Individuen berücksichtigt, welche mindestens dreimal ein Nest bauten, um jene, bei welchen im Beobachtungszeitraum nur einmal ein Nestbau aufgezeichnet wurde, herauszufiltern, da hier aufgrund des Zufallsprinzips nur schwer eine statistische Aussage gemacht werden könnte, da der Standort für ein einzelnes Nest reiner Zufall sein kann und nicht zwingend einem Muster folgen muss. In diese Berechnung flossen die Daten von 27 Männchen mit insgesamt 166 Nester sowie von 28 Weibchen mit insgesamt 157 Nester mit ein.

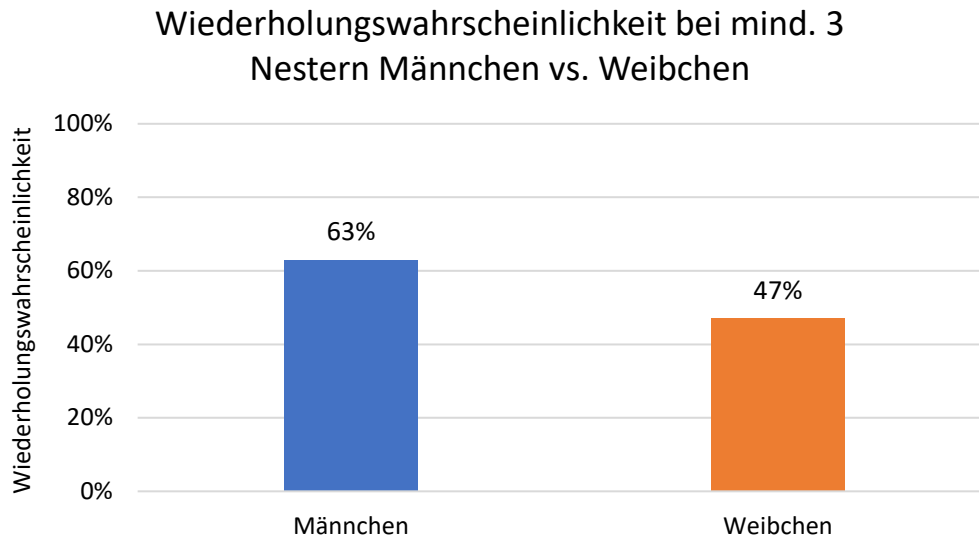


Abbildung 12. Neststandortwiederholungswahrscheinlichkeit bei mindestens drei Nestbauten pro Individuum

Durch das Ausblenden der Daten von jenen Individuen, die nur ein- oder zweimal ein Nest gebaut hatten, ergab sich nun folgendes Ergebnis, dass Männchen in 63% der Bauten denselben Standort nutzten. Bei den Weibchen ergab sich hingegen ein Wert von 47%. Der Unterschied ist hier deutlich höher als unter Berücksichtigung aller Individuen unabhängig von deren Anzahl an Nestbauten. Also bekräftigt diese Berechnung die Aussage, dass Männchen den Standort wählen. Hierbei ergibt der durchgeführte Chi Square Test einen p-Wert von 0.59, es bedeutet also das die Werte unabhängig voneinander entstehen und es tatsächlich bei den Weibchen zu einer geringeren Wiederholung der Standorte kommt.

Somit kann bei der ersten der drei Hauptfragestellungen, ob Männchen häufiger für die Neststandortswahl verantwortlich sind, die Nullhypothese H_0 verworfen und die Alternativhypothese H_1 „Der männliche Waldrapp ist für die Wahl des Neststandortes signifikant häufiger verantwortlich als der weibliche Waldrapp“ angenommen werden.

Zur weiteren Analyse der Daten wurden die Wiederholungshäufigkeiten bei Männchen und Weibchen pro Gesamtnestanzahl eines Individuums verglichen. Abbildung 13 zeigt auf der linken Seite die Männchen und auf der rechten Seite die Weibchen. Die x-Achse stellt die Nestanzahl eines einzelnen Individuums dar, während auf der y-Achse die Wiederholungswahrscheinlichkeit in Prozent dargestellt ist. Es wurden auch hier ausschließlich Waldrappen miteinbezogen, die mehr als drei Nester im Beobachtungszeitraum gebaut hatten. Die durchschnittliche Nestanzahl bei den Männchen betrug 6,2 und bei den Weibchen 5,6. Jeder Punkt in der Grafik

der Abbildung 13 präsentiert einen Waldrappen mit der ihm zugehörigen Wiederholungshäufigkeit und Nestanzahl.

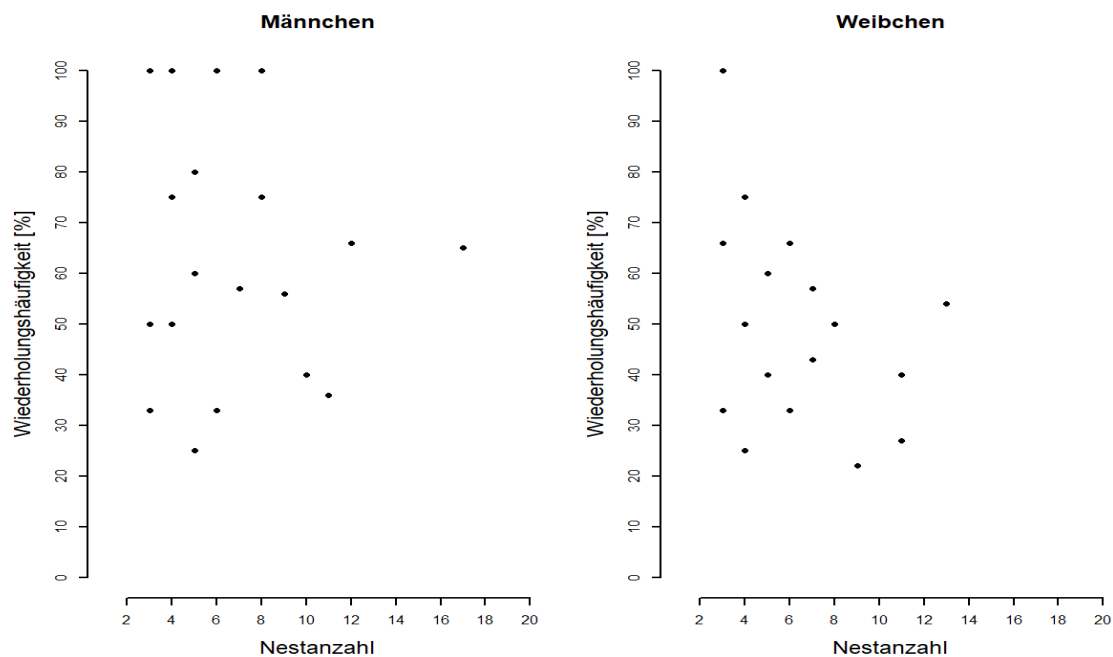


Abbildung 13. Wiederholungshäufigkeiten bei Männchen und Weibchen mit dazugehöriger Nestanzahl pro Individuum. Jeder Punkt präsentiert ein Tier.

In der folgenden Tabelle 4 finden sich die Neststandortwiederholungswahrscheinlichkeiten aufgeschlüsselt in Prozent sowie die absolute Gesamtneztzahl unter der Bedingung, dass die Individuen häufiger als drei Nester gebaut hatten.

Nestwiederholungs- häufigkeit Männchen	Nestanzahl Männchen	Individuen	Nestwiederholungs- häufigkeit Weibchen	Nestanzahl Weibchen	Individuen
50%	4	Abraxas	40%	5	Aischa
100%	4	Ash	66%	3	Albright
100%	4	Augustus	22%	9	Aleppo
57%	7	Bibo	50%	4	Alex
33%	3	Cian	33%	3	Ariadne
25%	5	Dori	50%	8	Arion
40%	10	Freddy	33%	3	Beaves
33%	6	Hera	66%	3	Chicco
56%	9	Hombre	33%	3	Cora
75%	4	Jarmusch	27%	11	Daphne
75%	8	Jule	40%	5	Goran
100%	3	Karma	100%	3	Hurricane
33%	3	Khan	40%	5	Jason
50%	3	Kuzco	33%	6	Kira
100%	6	Lukas	40%	5	Kleopatra
50%	4	Moriarty	66%	3	Kobold

50%	4	North Face	60%	5	Loki
65%	17	Othello	66%	6	Minerva
57%	7	Ozzy	43%	7	Mocha
66%	12	Shannara	50%	8	Neptun
36%	11	Simon	25%	4	Queenie
60%	5	Sindbad	33%	3	Salomo
75%	8	Skippy	75%	4	Sam
100%	3	Sorrento	33%	3	Schlurpi
80%	5	Steppenwolf	54%	13	Schreckse
100%	8	Tiffi	40%	11	Sequoia
33%	3	Zazu	57%	7	Taska
			43%	7	Winnetouch

Tabelle 4 – Neststandortswiederholungswahrscheinlichkeit in Prozent nach Geschlecht

Die Nestanzahl pro Männchen belief sich zwischen 3 – 17 Nestern, Wiederholungshäufigkeiten schwankten bei Männchen zwischen 25 – 100%. Bei Weibchen waren Nestanzahlen zwischen 3 – 13 Nestern zu verzeichnen, während die Wiederholungshäufigkeiten von 22 – 100% reichten.

Die oben angeführten Werte wurden auf Signifikanz bzw. auf Korrelation analysiert. Bei den Weibchen ergab sich bei dieser Analyse ein p-Wert = 0.696 mit einem Rangkorrelationskoeffizient $r_s = 0.078$. Bei den Männchen konnte ein p-Wert von 0.656 und ein Rangkorrelationskoeffizient $r_s = -0.088$ ermittelt werden. Es ist also bei beiden Geschlechtern anzunehmen, dass es keinen signifikanten Zusammenhang zwischen Nestwechsel und Nestanzahl gibt. Daher haben jene Tiere, welche öfter Nester wechseln, nicht automatisch eine höhere Anzahl an Gesamtneestern und jene mit den meisten Nestbauten auch nicht häufigere Standortwechsel.

6.3. Bruterfolg

Im Folgenden wird der Bruterfolg mit der Neststandortshäufigkeit verglichen und analysiert, ob ein Zusammenhang besteht. In Abbildung 14 ist die Nestfrequenz im Vergleich zum gesamten Schlupferfolg von 2002 – 2021 des jeweiligen Neststandorts zu sehen. Es wurde die Summe der Eier über die Jahre addiert und diese mit der Anzahl an Jungtieren verglichen. Dadurch ergibt sich ein Wert, welcher die Überlebens- bzw. Schlupfrate darstellt und als Brut- bzw. Schlupferfolg definiert wird. Hier werden auch Jahre mitberücksichtigt, wo keinerlei Bruterfolg

war, also kein Ei erfolgreich ausgebrütet wurde. In blau ist die Neststandortshäufigkeit in Prozent dargestellt, in orange der Gesamtschlupferfolg von 2002 – 2021 pro Nest, ebenfalls in Prozent.

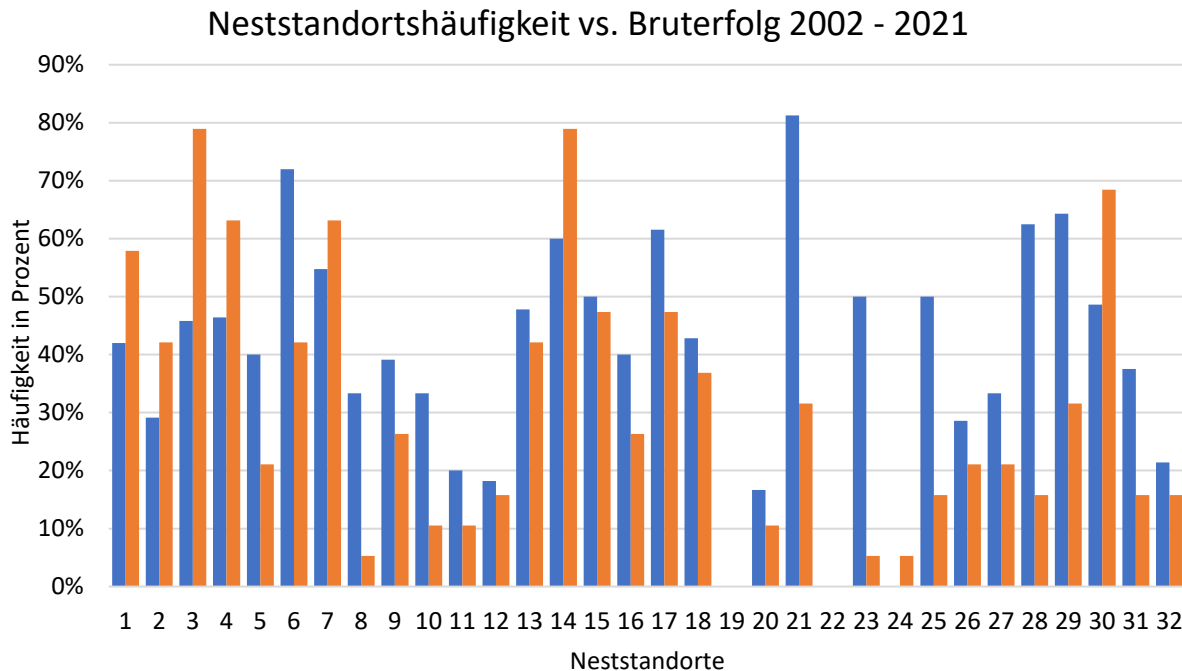


Abbildung 14. Nesthäufigkeit im Vergleich zum Bruterfolg von 2002 – 2021 Die blauen Balken präsentieren den Bruterfolg prozentuell über die Jahr des Standorts und die orangen Balken die Häufigkeit der Verwendung des Nests.

Es zeigte sich, dass beispielsweise am Neststandort 1 in den 19 Jahren mit einem Erfolg von 42% gebrütet worden ist, die Häufigkeit, dass dieser Standort gewählt wurde, lag bei 58%. Generell reichte der Schlupferfolg von 21% (Nest 32) bis 81% (Nest 21). Nest 24 wurde zwar begonnen zu bauen, es kam jedoch zu keiner Eiablage. Die Werte für jeden einzelnen Standort sind im Anhang in **Fehler! Verweisquelle konnte nicht gefunden werden.** zu finden. Der Mittelwert des gesamten Schlupferfolges aller Neststandorte lag bei 40%.

Neben der Darstellung des Bruterfolgs aller 19 Beobachtungsjahre und der dazugehörigen Nisthäufigkeit, wird in folgender Abbildung 15 in orange nun der durchschnittliche Schlupferfolg an einem Neststandort eines einzelnen Jahres gezeigt. Hierfür wurde ebenfalls die Summe der Eier mit den Jungtieren verglichen, allerdings anschließend noch durch die Anzahl der Brutjahre des Neststandortes dividiert. Die Neststandortshäufigkeit (wieder in blau dargestellt) bleibt durch diese Analyse unverändert zur vorigen Abbildung.

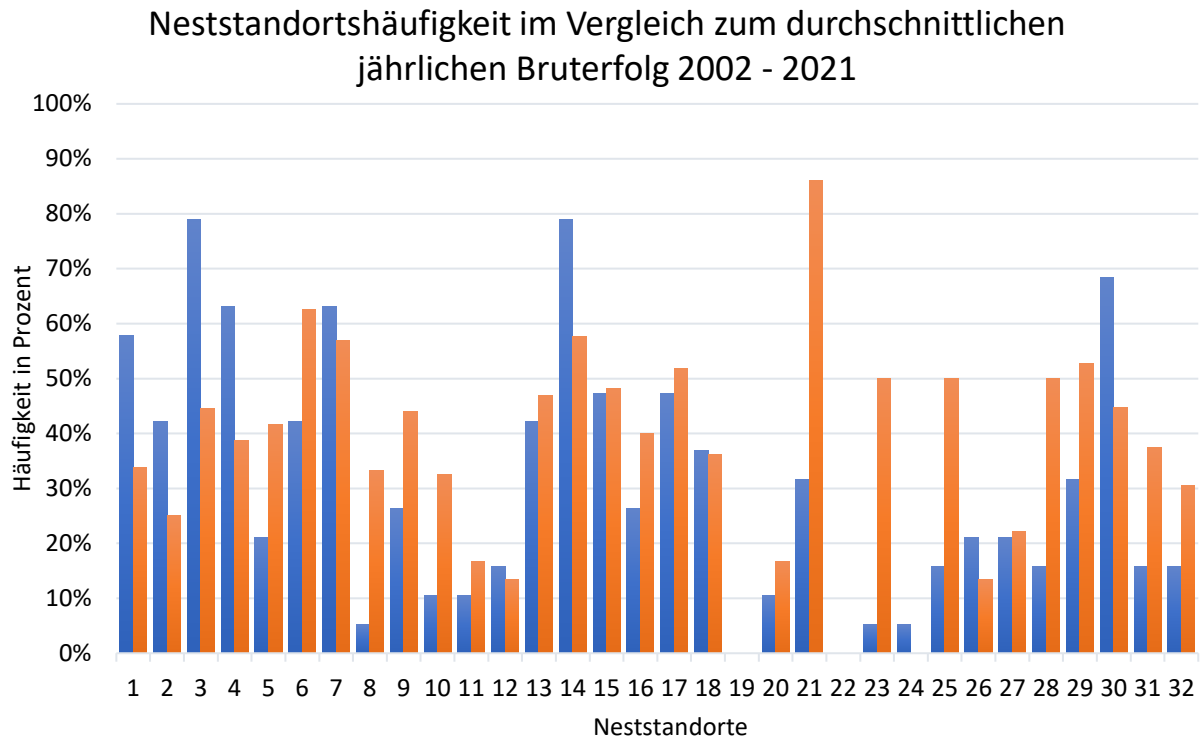


Abbildung 15. Nesthäufigkeit im Vergleich zum durchschnittlichen jährlichen Bruterfolg

Beim Neststandort 1 ergibt sich nun ein Wert von einem jährlichen Schlupferfolg von 34%. Dieser Wert ist deutlich niedriger als unter der Berechnung des Schlupferfolges aller Beobachtungsjahre, wo dieser bei 42% lag. Insgesamt reichte der durchschnittliche jährliche Bruterfolg von 13% (Nest 12 sowie 26) bis hin zu 86% (Nest 21).

Um die Fragestellung zu beantworten, ob es eine Korrelation bezüglich der Neststandortwahl und dem Bruterfolg gibt, wurden zuerst die Werte für den Bruterfolg aller Beobachtungsjahre analysiert. Hierbei konnte ein p -Wert = 0.002 ermittelt werden. Der dazugehörige Spearman-Korrelationskoeffizient r_s beträgt 0.541. Es ist also ein positiver moderater Zusammenhang erkennbar, was bedeutet, dass jene Neststandorte mit hohem Bruterfolg öfter gewählt werden. (ABB. 15)

Berücksichtigt man nun die jährlichen Bruterfolgswerten, ergibt sich bei näherer Untersuchung ein p -Wert = 0.005 und ein Spearman-Korrelationskoeffizient $r_s = 0.503$. Es ist also auch hier eine positive moderate Korrelation ersichtlich. Der Unterschied zwischen den beiden ermittelten p -Werten sowie Spearman-Korrelationskoeffizienten r_s wiesen geringe Unterschiede auf. Es zeigt sich also in beiden Berechnungen, dass jene Nester mit hohem Bruterfolg öfter gewählt werden.

6.3.1. Bruterfolg in Abhängigkeit des Eiablagedatums

Um nun auch den Einfluss in Bezug auf die Umwelteinflüsse von Temperatur zu untersuchen, wurden die Tage der Nester, an welchen das erste Ei abgelegt wurde verglichen.

Aufgrund der milden Temperaturen kann es nun zu frühzeitigen Gelegen kommen. (Verwirrt durch Klimawandel: Vögel brüten wegen milder Temperaturen früher, 2020) Ebenso aufgrund des verspätet Schneefalls zu späteren Um hier zu untersuchen ob es einen Einfluss auf den Bruterfolg hat und somit zum Beispiel der Klimawandel einen Einfluss auf ein mögliches Wiederansiedeln hat wurde der durchschnittliche Tag errechnet, wo es zur Ablage kam, dies war der 29.03. Danach wurden die Ablagedurchschnitte in den jeweiligen Jahren berechnet und mit den dazugehörigen Bruterfolgen in Abbildung 16 dargestellt.

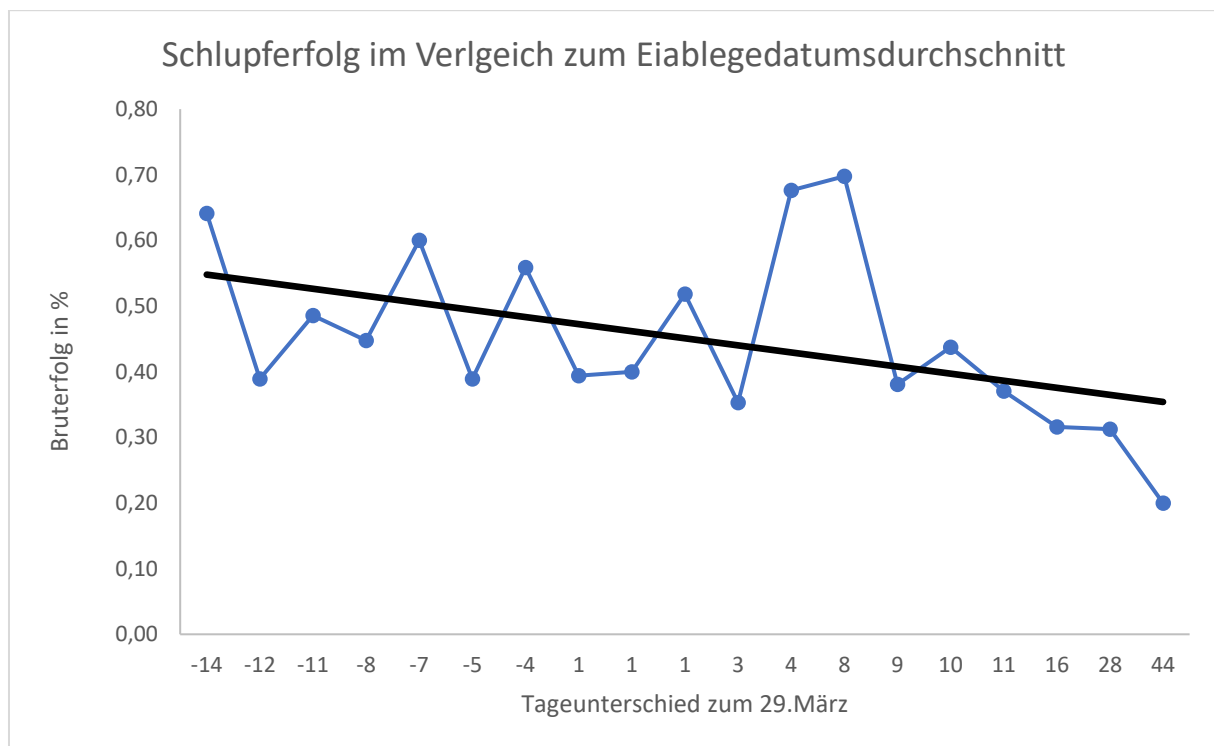


Abbildung 16. Bruterfolg im Vergleich zum durchschnittlichen Eiablagedatum 29.3. Hier zeigt jeder Punkt die durchschnittliche Differenz der Eiablagetage in einem Jahr.

Die X-Achse zeigt die durchschnittliche pro Jahr ermittelte Differenz zum 29.03. Die drei 1er sind dadurch zu erklären, dass es von 2002-2021 drei Jahre gab wo die durchschnittliche Differenz +1 Tag war. Aus der Abbildung lässt sich erkennen, dass an den Tagen vor dem durchschnittlichen Eiablagedatum keine eindeutigen Unterschiede im Bruterfolg, abhängig vom Datum, erkennbar sind, $p = 0.758$, $r_s = -0.144$. Die schwarze Gerade repräsentiert hier die Trendlinie. Hier schwanken die Bruterfolge zwischen 39 – 64%. Jedoch ist an den Tagen danach, insbesondere ab dem 8. Tag nach dem 29. März ein deutlicher Abfall des Bruterfolges zu sehen,

$p = 0.025$, $r_s = 0.641$. Es zeigt sich demnach ein starker Zusammenhang zwischen schlechteres Outcome bzgl. Bruterfolg und späteres Eiablagedatum, wobei der niedrigste Bruterfolg 44 Tage nach dem Durchschnittsdatum mit lediglich 20% zu verzeichnen ist. Der höchste Bruterfolg befindet sich 4 – 8 Tage nach dem 28. März mit ca. 70%. Insgesamt ergibt sich für alle Daten ein p -Wert von 0.015 und ein Spearman-Korrelationskoeffizient $r_s = 0.548$, was ebenfalls für einen Zusammenhang zwischen Eiablagedatum und Bruterfolg spricht. Also lässt sich daraus schließen, dass ein späterer Eiablagezeitpunkt einen negativen Einfluss auf den Bruterfolg hat.

6.4. Nachbarschaftsverhältnis

Da Waldrappen als Kolonialbrüter bekannt sind und dies auch bei der Neststandortswahl eine Rolle spielen dürfte, wurde im nächsten Schritt analysiert, ob der Waldrappe verwandte Nachbarn bevorzugen oder eher Gelege, wo sie allein ist. Daher wurden bei allen Nestern die Nachbarn überprüft. Aufgrund der örtlichen Begebenheiten waren primär nur drei Kategorien möglich. Nachbarn werden definiert als Standorte, wo zwischen den Nestern nicht mehr als 1 möglicher Neststandort dazwischen sein kann. Als Kategorie 1 gilt jene, wo das Nest einen Nachbarn aufweist. Die zweite Kategorie zählt jene Nester, wo 2 Nachbarn also rechts und links vom Nest vorhanden waren. Die dritte Kategorie umfasst jene Nester, wo im definierten Abstand (mehr als ein Standort dazwischen) kein weiteres Nest vorhanden war. Diese Werte wurden in Prozent auf die Gesamtanzahl in einem Jahr gebauten Nestern berechnet. Da es einen Unterschied macht, wie viele Nester in einem Jahr gebaut werden, musste dieser Prozentsatz gewichtet werden. So nahm die Wertigkeit mit der Anzahl der Gesamtnester pro Jahr zu. Also zählt ein Prozentsatz, wo in einem Jahr mehr Nester in der Voliere waren, verhältnismäßig mehr als jener, wo nur wenige Nester vorhanden waren. Daraus ergab sich anschließend in Abbildung 17 dargestelltes Ergebnis:

Durchschnittliche Nachbaranzahl in %

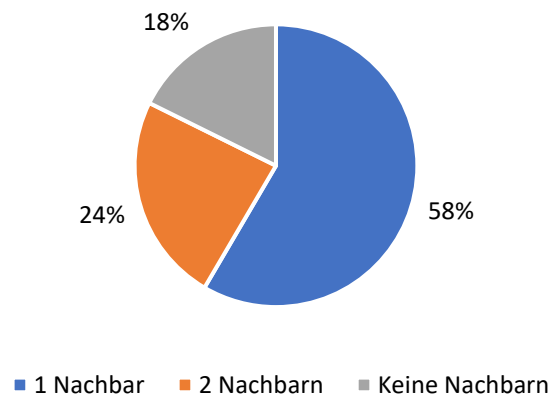


Abbildung 17. Anzahl der Nachbarn pro Nest in gewichteten Prozent

Es zeigte sich, dass 58% der Nester ein Nachbar hatten, knapp ein Viertel aller Nester zwei Nachbarn und 18 % wiesen keine Nachbarn auf. Also macht den größten Anteil der Nester nicht möglichst viele Nachbarn, also 2 aus, sondern mindestens ein möglicher Nachbar.

Um außerdem das Verwandtschaftsverhältnis der Nachbarn zu untersuchen, wurden die Nester in verschiedene Kategorien unterteilt. Insgesamt wurden vom Zeitraum 2002 - 2021 181 Nester in die Analyse miteinbezogen. Als Nachbarn galten jene Pärchen, deren Nester nicht mehr als ein Standort voneinander entfernt waren. Als Kategorie 0 war jene definiert, wo das brütende Paar weder Nachbarn hatte noch Verwandte in der Voliere. Kategorie 1 bedeutete, dass das Nest Nachbarn hatte, aber in der Voliere keine Verwandten. Kategorie 2 waren verwandte Nachbarn. Kategorie 3 umfasste jene Pärchen, wo Verwandte in der Voliere waren, jedoch deren Nest keine Nachbarn hatte. Kategorie 4 umfasste jene mit nicht verwandten Nachbarn, jedoch mit Verwandten in der Voliere. Die letzte Kategorie stellte Kategorie 5 dar, dies waren jene Nester, wo Geschwister miteinander brüteten. Die Resultate sind in Abbildung 18 zu sehen.

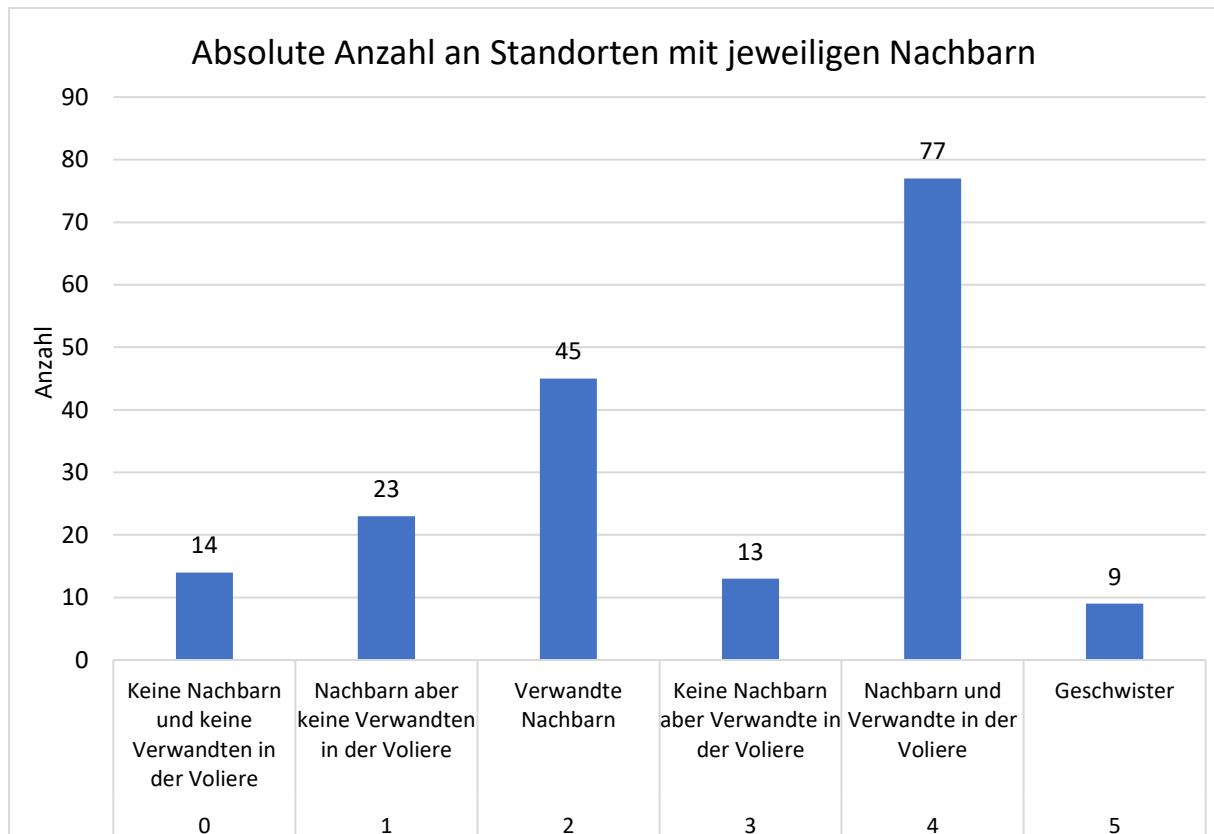


Abbildung 18. Absolute Anzahl an Nestern mit den jeweiligen Nachbarschaftsverhältnissen eingeteilt in die Kategorien 0 – 5. Gesamtneistanzahl 181.

Es zeigt sich, dass die meisten Nester jene waren, welche in Kategorie 4 fielen. Also Pärchen, deren Verwandte ebenfalls in der Voliere nisteten, jedoch die unmittelbaren Nachbarn nicht verwandt waren. Die geringste Anzahl finden sich in der Kategorie 5, also jene Nester, wo Geschwister miteinander brüteten. Da jedoch die Anzahl an nicht verwandten Tieren in der hier verwendeten Voliere nahezu immer überwiegt ist es keine Überraschung, dass diese Kategorie häufiger vertreten ist als jene der verwandten Nachbarn. Was jedoch aus der Abbildung hervorgeht, ist, dass jene Nester in Kategorien 0 und 3, also jene ohne jegliche Nachbarn, deutlich geringer ausfallen als jene Kategorien mit Nachbarn. Die Gesamtanzahl an Nestern mit Nachbarn belief sich auf 145 jene ohne lediglich auf 27. Daraus lässt sich ebenfalls schließen, dass Standorte mit Nachbarn, unabhängig vom Verwandtschaftsverhältnis, bevorzugt werden.

Um nun einen Bezug zu den elterlichen Standorten herzustellen wurden die Nester der Nachkommen analysiert und diese mit den Geburtsstandorten verglichen. In Abbildung 19 ist nun das Verhältnis der Nachkommen zu sehen, die in der Voliere gebrütet haben ohne jene die nie in der Voliere brüteten. Diese Analyse wurde mit 239 Nachkommen durchgeführt.

Nichtbrüter/Brüteranzahl in der Voliere der Nachkommen

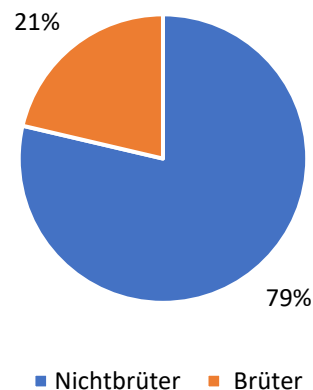


Abbildung 19. Verhältnis von Brütern zu Nichtbrütern der Nachkommen in der Voliere

Nur 21% der Nachkommen, in absoluten Zahlen sind dies 51 Individuen, haben mindestens einmal ein Nest in der Voliere gebaut. 188 Nachkommen haben nie in der Voliere gebrütet, was einen Anteil von 79% ergibt.

Da sich aus den vorangegangenen Untersuchungen keine eindeutige Bevorzugung von benachbarten Verwandten ergab, wurde weiters analysiert, ob der eigene Geburtsstandort bzw. das Nachbarnest des Geburtsstandortes als eigenes Brutnest bevorzugt wurde oder nicht. Diese Ergebnisse stellt Abbildung 20 dar. Der blaue Balken ist jener Wert in Prozent, mit dem dieser Standort unter den bereits in Kapitel 6.2. beschriebenen Bedingungen von 2002-2021 gewählt wurde. Der orange Balken repräsentiert jene Anteilswerte, mit denen die Standorte unter der Voraussetzung, dass das Brutnest auch das Geburtsnest bzw. der Nachbarstandort des Geburtsnests war, auserkoren wurden.

Vergleich der normalen Neststandortshäufigkeit mit Nachkommennesstandortshäufigkeit

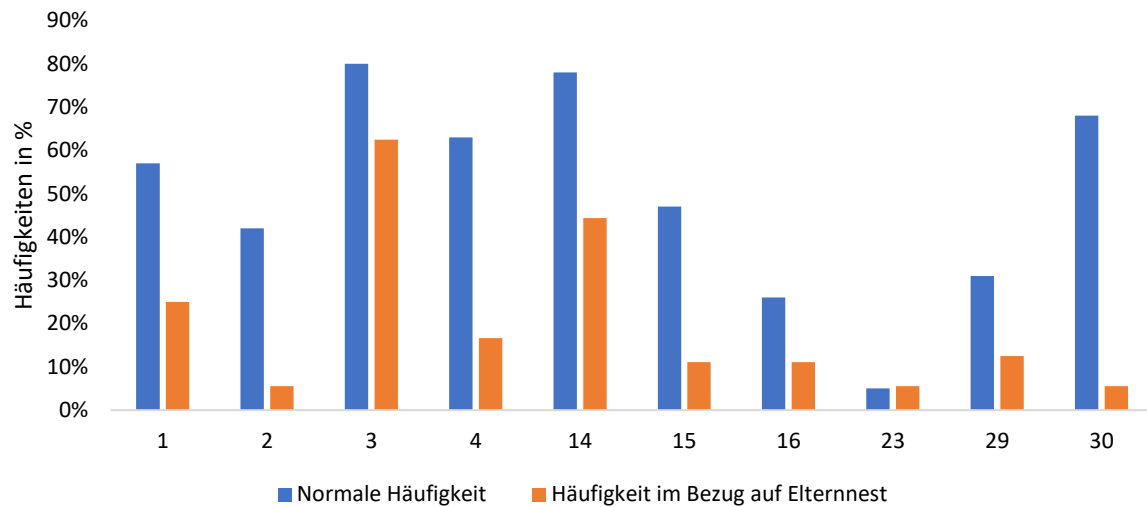


Abbildung 20. Vergleich der normalen Neststandortshäufigkeit mit den Nachkommennesstandortshäufigkeiten

Es ist eindeutig erkennbar, dass die Neststandorte unter den Voraussetzungen, dass es sich um das Geburtsnest oder dessen Nachbarnest handelt, eindeutig weniger oft gewählt wurden. Im Mittel wurden sie um 30% weniger genutzt. Bei insgesamt 8 von den 175 berücksichtigten Nestern, welche insgesamt von den Nachkommen in der Voliere gebaut wurden, handelte es sich um denselben Standort wie bei der Geburt.

7 Diskussion

Bei der hier vorliegenden Masterarbeit wurden die Verhaltensweisen der in Grünau lebenden Waldrappen von 2002 – 2021 bezüglich ihres Nist- und Brutverhaltens näher untersucht. Hierfür wurden bereits aufgezeichnete Daten über den angegebenen Zeitraum analysiert und Rückschlüsse, auf Neststandortwahl, Nachbarschaftsverhältnis und Bruterfolg gezogen.

7.1. Neststandortwahl

Es zeigte sich, dass der männliche Waldrapp für die Wahl des Neststandortes verantwortlich sein dürfte, da es bei den Männchen zu einer Neststandortswiederholungswahrscheinlichkeit von 71% kam, während es bei den Weibchen lediglich 63% waren. Hierfür konnte im Zuge der Literaturrecherche für diese Arbeit keine Literatur gefunden werden, mit welcher ein Vergleich der hier herausgefundenen Ergebnisse möglich wäre.

Da in dieser ersten Analyse jedoch auch jene Tiere miteingebunden waren, welche nur ein oder zwei Nester gebaut hatten, wurde eine zweite Analyse durchgeführt. Der Grund hierfür war einerseits, dass es, wenn nur ein Nest gebaut wurde, eine Wiederholung desselben Standortes nicht möglich gewesen wäre und daher die Daten verfälscht werden können. Ein weiterer Grund, warum mindestens drei Nestbauten gewählt wurden, ist, dass ein Neststandort zufällig gewählt werden kann, insb. beim ersten Nest, da noch keine Erfahrung vorhanden ist. Hier kam es weder bei den Männchen noch bei den Weibchen zu einem Zusammenhang zwischen Wiederholungswahrscheinlichkeit und Nestanzahl. Das bedeutet, nur weil ein Waldrappe schon mehr Erfahrungen hat oder mehr Nester baute, führte es nicht mehr oder weniger Wechsel durch. Also sind die gewählten Standorte kein Zufall, sondern fix gewählt. Trotzdem wurden bei der zweiten Analyse nur jene Tiere verwendet, die mindestens 3-mal einen Neststandort in der Voliere verwendet hatten. Bei dieser Analyse kam nun für Männchen ein Wert von 63% heraus, für Weibchen 47%. Dies macht einen Unterschied von 16% in der Wahrscheinlichkeit, dass ein Standort noch einmal verwendet wird. Daraus lässt sich nun eine erste Vermutung aufstellen, dass das Männchen für den Neststandort eine höhere Entscheidungsmacht hat. Da in weiteren Berechnungen ein Männchen erst alle 1,4 Partnerinnen den Standort wechselt und ein Weibchen alle 0,9 Partner, untermauert dies die aufgestellte Hypothese. A.

Dies zeigt sich ebenfalls bei den Zwergpinguinen, hier wissen jene Tiere, welche länger mit dem Partner zusammen sind oder einen höheren Bruterfolg haben eine höhere Standorttreue. Daher

lassen sich die Ergebnisse dieser Arbeit auch auf andere Arten übertragen. (Johannesen, Perriman, & Steen, 2002)

Was ebenfalls hier eine Rolle spielen kann, ist, dass es zu Kämpfen um die besten Standorte kommen kann und diese von den stärkeren Männchen gewonnen werden, wodurch diese gewisse Standorte öfters auswählen und verwenden können als Weibchen, welche nie mit diesen Männchen ein Brutpaar bilden und daher öfters wechseln müssen, da das Männchen nicht das stärkste ist (Hirsch, 1978). Es kommt also zu vielen Faktoren, die hier berücksichtigt werden müssen, es ist allerdings ein Trend sichtbar, dass das Männchen über den Standort entscheidet.

Weiters wurden, bestimmte Standorte öfters gewählt und andere nur sehr gering. Sehr beliebte Standorte waren 3,14 und 30. Gemeinsamkeiten sind die erhöhte Position in der Voliere. Ebenso sind diese Standorte nicht direkt in Eingangsnähe. Dies könnte damit zusammenhängen, dass potenzielle Feinde die Vögel weniger schnell erkennen, da sie in der Voliere besser versteckt sind. Was jedoch an diesen Plätzen fehlt, ist die direkte Sonneneinstrahlung. Waldrappen würden Plätze, wo eine direkte Sonneneinstrahlung von etwa 4 – 6 Stunden pro Tag herrscht, laut Literatur bevorzugen (Hirsch, Beobachtungen am Waldrapp *Geronticus eremita* in Marokko und Versuch zur Bestimmung der Alterszusammensetzung von Brutkolonien, 1976) (Hirsch, Artificial nest ledges for Bald Ibis, 1978) (Hirsch, Studies of West Palearctic birds. 183 Bald Ibis, 1979) (Serra, Peske, Abdallah, Al Qaim, & Kanani, 2009).

Hinsichtlich der Fragestellung, ob Neststandorte mit einem höheren Bruterfolg häufiger wiedergewählt werden, wurde eine Bestätigung ermittelt. Dies bedeutet, dass jene Nester, welche in den Jahren 2002 – 2021 vermehrt verwendet wurden, auch einen höheren Bruterfolg aufwiesen. Also lässt sich sagen, dass die Waldrappen jene Faktoren, welche den Bruterfolg beeinflussen, wahrnehmen und im nächsten Jahr berücksichtigen. Was jedoch die ausschlaggebenden Faktoren hierfür sind, gilt es, in weiteren Studien zu untersuchen.

Generell reichte der Schlupferfolg im gesamten Beobachtungszeitraum von 21% bis 81%, der durchschnittliche jährliche Bruterfolg von 13% bis 86%, Der jeweilige Mittelwert hierfür war 40% über alle Beobachtungsjahre, das Mittel des durchschnittlichen jährliche Bruterfolgs in dieser Kolonie lag bei 45%. Weiters ergab sich eine Quote von 1,5 Nachkommen pro Paar, die flügge wurden. Dies ähnelt den literarischen Werten von 1,9 Nachkommen/Paar in Tiergärten und 1,17 in der Wildbahn. (Böhm C. , 2006) (Böhm & Pegoraro, 2011)

Eine weitere Analyse der Brutökologie des Waldrappen beschäftigte sich mit dem Datum der Eiablage. Die Eiablage beginnt in freier Wildbahn im zeitigen Frühjahr. Dies wird in der Natur durch die Höhenlage des Brutgebietes bestimmt. (Collar & Stuart, 1985) In der Kolonie Grünau war der durchschnittliche Eiablagetag der 29. März. Hier machte es keinen signifikanten Unterschied ob die Eier 14 Tage vorher bis drei Tage danach gelegt wurden. Der größte Schlupferfolg war vier bis acht Tage nach dem 29. März. Es lässt sich also sagen, dass, wie auch in der Literatur immer wieder beschrieben, ab Mitte März bis Anfang April der optimale Zeitpunkt ist. Ab dem 10. Tag nach dem 29. März ist ein klarer Abfall des Bruterfolgs ersichtlich. Der Eiablagebeginn Mitte März lässt sich auf die kühlen Temperaturen in Österreich im Februar zurückführen. Hier wäre ein Eiablage im Februar nahezu unmöglich. Es ist auch ersichtlich gewesen, dass die Eiablage synchronisiert ablaufen kann. Dies wurde auch in anderen Zoos beobachtet. (Holleis, 2010)

Ebenso wichtig für die Eiablage ist auch die Tageslänge und die durchschnittliche Nachttemperatur, dies ist zum Beispiel bei der Blaumeise ausschlaggebend für den Beginn der Eiablage. Auch kann die Blattknospung hier als mögliche Nahrungsquelle ein Zeichen sein. (RedaktionsNetzwerkDeutschland, 2019)

Da die Tageslänge aufgrund des Lichts auch einen Einfluss auf die Fortpflanzung hat, sind die Wintermonate ausgeschlossen von einer möglichen Eiablage. Durch den Klimawandel kann es allerdings früher zu passende Temperaturen kommen, obwohl die Tageslänge noch nicht passt. Daher ist die Frage ob die Vögel im Allgemeinen und auch die Waldrappen mit dem Tempo des Klimawandels mithalten können. (Knauer, 2020)

Neben der Standortwahl und dem Bruterfolg wurde auch das Nachbarschaftsverhältnis näher betrachtet. Hierbei wurden 9 von 181 Nestern von Stiefgeschwistern gebaut. Dies war der kleinste Anteil an Nestern und kann also als kein natürliches Verhalten betrachtet werden, sondern dürfte nur in Ausnahmefällen passieren. Den zweitgeringsten Anteil stellten jene Nester mit keinen Nachbarn, aber Verwandten in der Voliere dar gefolgt von der Kategorie, wo weder Nachbarn noch Verwandte in der Voliere waren. Insgesamt stellten diese beide Kategorien aber ebenfalls eine Minderheit dar. Gründe können verlorene Hierarchiekämpfe oder ein sehr unterschiedlicher Baubeginn sein, genauso wie eine sehr geringe Anzahl an Nestern in der Voliere. Aber ebenso kann ein geringer Rang in der Kolonie dies zur Ursache haben. (Pegoraro, Der Waldrapp. Vom Ibis, den man für einen Raben hielt, 1996) 23 von 181 Nestern wiesen Nachbarn auf, aber keine Verwandten in der Voliere und 77 von 181 Paaren hatten Nachbarn und

Verwandte in der Voliere. Dies stützt die Aussage, dass möglichst nebeneinander gebrütet wird. (Kumerloeve, 1965) 45 der 181 Nester waren verwandte Nachbarn.

Es kann hier die Aussage getroffen werden, dass Nachbarn aufgrund der bereits genannten Gründe bevorzugt werden, allerdings ein Verwandtschaftsverhältnis nicht unbedingt nötig ist. Aber wird es nun bevorzugt? Die Nichtverwandtschaft in einer Voliere überwiegt, daher ist die Wahrscheinlichkeit, zufällig einen Nichtverwandten als Nachbarn zu besitzen höher. Bei Nichtverwandten müsste jedoch untersucht werden, ob es einen Nachteil hat aufgrund der möglichen Gefahr eines Unbekannten.

Jedoch konnte in einer Studie gezeigt werden, dass der Bekanntheitsgrad mit den Nachbarn bei Kohlmeisen die Beteiligung an der gegenseitigen Unterstützung bei der Verteidigung erhöht. Es kommen also langjährige territoriale Nachbarn dem Bruterfolg zugute. Die Distanz zwischen den Nachbarn spielte hier keine Rolle. Auch wurde gezeigt, dass Erstbrüter sich keiner Nestverteidigung anschlossen. (Grabowska-Zhang, Sheldon, & Hinde, 2012)

Vergleicht man dies nun noch mit den Daten, wo die Nester mit einem Nachbarnest 58% ausmachen und jene Nester mit zwei Nachbarnestern nur 24%, lässt sich daraus schließen, dass die Waldrappen nicht unbedingt zwei Nachbarn wollen, aber Nachbarn bevorzugen. Ebenso kann es sein, dass deshalb nur ein Nachbar bevorzugt wird, da möglicherweise zwei Nachbarn die potenziellen Gefahren auf Konkurrenz der Jungtiere und der Eltern erhöhen. Keine Nachbarn hatten lediglich 18% der Nester. Aufgrund der geringen Stichprobe ist eine aussagekräftige Analyse, ob jene Nester mit zwei Nachbarn ein häufigeres Verwandtschaftsverhältnis aufweisen, nicht möglich. Hierfür würden mehr Daten benötigt, um diese mit anderen Zoos oder Kolonien zu vergleichen.

Im Zuge der Auswertung der Nachbarschaft ergab sich noch die Frage, ob der Geburtsstandort einen Einfluss auf die Wahl des Standortes haben kann. Bei der Analyse zeigte sich, dass jene Standorte, die entweder der Geburtsstandort oder der Nachbarstandort des Geburtsortes waren, um durchschnittlich 30% weniger häufig ausgewählt wurde in Bezug auf die normale Neststandortshäufigkeitswahl. Dies deutet darauf hin, dass diese Nester eher nicht bevorzugt werden. Außerdem zeigte sich, dass nur 21% aller Nachkommen, welche in der Voliere aufwuchsen, in dieser anschließend selbst brüteten. Die Gründe hierfür würden eine gute Grundlage für weitere Forschungen bieten. Wollen sich die Jungtiere vielleicht mehr von den Eltern distanzieren, wenn sie selbst zu brüten beginnen? Liegt es an einer Erfahrung, während des Schlüpfens und Aufwachsens, dass diese Standorte gemieden werden? Ist vielleicht die Geschwisterkonkurrenz während dieser Zeit prägend?

7.2. Limitation

Es waren aus unerklärlichen Gründen die meisten Daten für das Jahr 2009 nicht vorhanden. Von 1997 bis 2000 wurden alle Daten mittels Zettel und Stift aufgenommen. Genau solche Unterlagen können leicht verloren gehen oder unvollständig ausgefüllt werden. Auch nach der Umstellung auf die digitalisierte Form können aufgrund von Ungenauigkeiten in der Eingabe oder in der Speicherung Fehler passieren.

Es gilt zu erwähnen, dass die ermittelten Ergebnisse für die Population in Grünau gelten. Um allgemein gültige Aussagen treffen zu können, braucht es weitere Untersuchungen, um zu zeigen, ob dies auch auf andere Waldrapppopulationen zutrifft. Das wäre beispielsweise in den Tierparks Schönbrunn oder Innsbruck möglich. Dies sind allerdings keine freifliegenden Kolonien was bei der Auswertung zu berücksichtigen ist.

Bezüglich der Analysen muss beachtet werden, dass es manchmal vorkommen kann, dass ein Paar mehrere Neststandorte pro Jahr haben, kann, falls ein Standort aufgrund eines Partnerwechsels oder Brutabbruch verändert wurde, diesbezüglich ist es möglich, die Neststandortswiederholungswahrscheinlichkeit bis zu einem gewissen Maß zu verringern, da trotz zusätzlichem Standort kein zusätzlicher Partnerwechsel stattfindet. Da dies jedoch eher selten vorkommt, ist dieser mögliche Irrtum als gering zu erachten.

Weiters muss bei der Analyse, ob das Männchen oder das Weibchen entscheidet, welcher Neststandort ausgewählt wird, berücksichtigt werden, dass die Neststandorte aufgrund der Voliere in Grünau ziemlich eingeschränkt sind. Daher könnte das Ergebnis bei größeren Brutgebieten, wo die Auswahl größere Dimensionen aufweist, anders ausfallen.

Außerdem war aufgrund der geringen Stichprobe eine aussagekräftige Analyse, ob jene Nester mit zwei Nachbarn eine häufigeres Verwandtschaftsverhältnis aufweisen, nicht möglich. Hierfür würden mehr Daten benötigt, um diese mit anderen Zoos oder Kolonien vergleichen zu können.

7.3. Ausblick

Diese Daten können als Ansatzpunkt für weitere Forschungsprojekte verwendet werden. Gerade in Bezug auf Wiederansiedlungsprojekte können gewisse Aussagen, die auf die Population in Grünau zutreffen, interessant sein. Ebenso könnte mit Hilfe des erworbenen Wissens eine Brutstätte geschaffen werden, die die klimatischen Bedingungen für eine optimale Brut ermöglichen, sodass der Bruterfolg steigt. Ebenso wäre für die Zukunft eine spannende Frage, inwieweit die beliebten Neststandorte durch Konkurrenzkämpfe besetzt werden.

8 Referenzen

- Abipur. (2022). *Wildgans*. Von abipur: <https://www.abipur.de/referate/stat/657092479.html> abgerufen am 26.11.2022
- Alcock, J. (1996). *Das Verhalten der Tiere aus evolutionsbiologischer Sicht*. Stuttgart: Fischer.
- ARD. (11. Oktober 2022). *Der Ibisvogel soll wieder heimisch werden*. Von ARD alpha: <https://www.ardalpha.de/wissen/natur/tiere/artenschutz/rote-liste/waldrapp-ibis-zugvogel-wiederansiedlung-burghausen-100.html> abgerufen am 23.11.2022
- Böhm, C. (2006). *European Endangered Species Program: 3rd Northern Bald Ibis Studbook*.
- Böhm, C., & Pegoraro, K. (2011). *Der Waldrapp*. Hohenwarsleben: Die Neue Brehm-Bücherei Bd. 659.
- Böhm, C., & Pegoraro, K. (2011). *Der Waldrapp, Geronticus eremita – ein Glatzkopf in Turbulenzen Band 659*. Wastarp Wissenschaften Verlag.
- Bezzel, E., & Prinzing, R. (1990). *Ornithologie*. Stuttgart: Ulmer.
- Brandl, H., Griffith, S., Farine, D., & Schuett, W. (2021). Wild zebra finches that nest synchronously have long-term stable social ties. *Journal of Animal Ecology*, 76-86.
- Campbell, B., & Lack, E. (1985). *A dictionary of birds*. T & AD Poyser Ltd. .
- Collar, N., & Stuart, S. (1985). Northern Bald Ibis *Geronticus eremita* (Linnaeus, 1758). In *Threatened birds of Afrika and its related islands* (S. 74-108).
- Deutsche Wildtierstiftung. (2022). *Waldrapp*. Abgerufen am 31. 08 2022 von <https://www.deutschewildtierstiftung.de/wildtiere/waldrapp>
- Drzewinska-Chanko, J., Włodarczyk, R., Gajewski, A., Rudnicka, K., Dunn, P., & Minias, P. (2021). Immunocompetent birds choose larger breeding colonies. *Journal of Animal Ecology*.
- Duffy, D. (1983). The ecology of tick parasitism on densely nesting Peruvian seabirds. *Ecology Vol. 64*, 110-119.
- Featherbase*. (kein Datum). Von species : <https://www.featherbase.info/de/species/808/desktopcontent> abgerufen
- Frigerio, D., & Gegendorfer, G. (2013). Exotisch oder heimisch? – Der Waldrapp aus dem Almtal. *ÖKO.-L. 35/3*, S. 3-13.

- Grabowska-Zhang, A., Sheldon, B., & Hinde, C. (2012). Long-term familiarity promotes joining in neighbour nest defence. *Biology Letters* 8, 544-546.
- Hirsch, U. (1976). Beobachtungen am Waldrapp *Geronticus eremita* in Marokko und Versuch zur Bestimmung der Alterszusammensetzung von Brutkolonien. *Orn. Beob.* 73, 225-235.
- Hirsch, U. (1978). Artificial nest ledges for Bald Ibis. *Temple, S.A. Endangered Birds: Managment Techniques for Preserving Threatened Species*, 61-69.
- Hirsch, U. (1978). Artificial nest ledges fot Bald Ibises. *Temple S. A.*, 61-69.
- Hirsch, U. (1979). Studies of West Palearctic birds. 183 Bald Ibis. *Brit. Birds* 72, 313-325.
- Holleis, A. (2010). *Partnerwahl, Partnertreue und Paarungsstrategien beim Waldrapp Geronticus eremita (L. 1758) in zoologischen Gärten*. Innsbruck.
- Hoogland, J., & Sherman, P. (1976). Advantages and Disadvantages of Bank Swallow (*Riparia riparia*) Coloniality. *Ecological Monographs Vol. 46*, 33-58.
- IUCNREDLIST. (7. 8 2018). *IUCN Red List*. Von Northern Bald Ibis: <https://www.iucnredlist.org/species/22697488/130895601> abgerufen am 21.11.2022
- Johannesen, E., Perriman, L., & Steen, H. (2002). The effect of breeding success on nest and colony fidelity in the Little Penguin (*Eudyptula minor*) in Otago, New Zealand. *Emu* 102, 241-247.
- Knauer, R. (15. November 2020). *Neue Untersuchungen an 142 Arten: Licht und Lärm stören Fortpflanzung von Vögeln*. Von Tagesspiegel: <https://www.tagesspiegel.de/wissen/licht-und-larm-storen-fortpflanzung-von-vogeln-7681990.html> abgerufen
- Kotrschal, K., Tuckova, K., & Zisser, B. (1998_3). Versuch der Ansiedlung einer ortsfesten Waldrapp-Kolonie. *ÖKO.L Zeitschrift für Ökologie, Natur- und Umweltschutz*, S. 3-14.
- Kumerloeve, H. (1965). Zur Situation der Waldrappkolonie *Geronticus eremita* (L.1758) in Birecik am Euphrat. *Vogelwelt* 86, S. 42-48.
- LIFE Northern Bald IBIS. (2020). *Waldrapp*. Von Waldrapp Steckbrief: <https://www.waldrapp.eu/waldrapp/> abgerufen am 16.10.2022
- LigaVogelschutz. (2018). *Liga Vogelschutz*. Von Der Waldrapp: <https://liga-vogelschutz.org/themen/der-waldrapp-vogel-der-herzen-2018/> abgerufen am 10.10.2022

- NABU. (2022). *Waldrapp*. Von NABU: <https://www.nabu.de/tiere-und-pflanzen/voegel/portraits/waldrapp/> abgerufen am 09.09.2022
- Natursport Info. (2019). <https://www.natursport.info/tierarten/voegel/>. Von Tierarten Vögel: <https://www.natursport.info/tierarten/voegel/> abgerufen am 18.10.2022
- Pegoraro, K. (1992). *Zur Etholgoie des Waldrapps (Geronticus eremita L.) Beobachtungen in Volieren und im Freiland (Türkey, Marokko)*. Universität Innsbruck.
- Pegoraro, K. (1992). *Zur Ethologie des Waldrapps (Geronticus eremita). Beobachtungen in Volieren und Freiland*.
- Pegoraro, K. (1996). *Der Waldrapp. Vom Ibis, den man für einen Raben hielt*. Wiesbaden: AULA.
- Pegoraro, K., Föger, M., & Parson, W. (2001). First evidence of mtDNA sequence differences between Northern Bald Ibises (*Geronticus eremita*) of Moroccan and Turkish origin. *Journal of Ornithology* 142, 425-428.
- Pegoraro, K., Föger, M., & Parson, W. (2001). Studies on the phylogeny of ibises with special emphasis on the Northern Bald Ibis *Geronticus eremita*. S. 22-24.
- RedaktionsNetzwerkDeutschland. (14. August 2019). *Wie sich Vögel an den Klimawandel anpassen müssten*. Von RedaktionsNetzwerkDeutschland: <https://www.rnd.de/wissen/wie-sich-vogel-an-den-klimawandel-anpassen-mussten-54AZNALE25AKLMI45AZJL7YMVI.html> abgerufen am 22.08.2022
- Safriel, U. (2008). Safriel u. N. (1980): Notes on the extinct population of the Bald Ibis *Geronticus eremita* in the Syrian Desert. *Ibis* 122, S. 82-88.
- Sahin, R. (1982). Zur Form der Ehe freilebender Waldrappen (*Geronticus eremita*) in Birecik (Türkei). *Ornithol. Mitt.* 34, 162-163.
- Sahin, R. (1983). Beitrag zum Fortpflanzungsverhalten der freilebenden Waldrappe (*Geronticus eremita* L.) in der Türkei. 2. Mitteilung: Paarung. *Ökol. Vögel* 5, 63-72.
- Sahin, R. (1990). Werdegang und Bedeutung des Kopfnickens beim Waldrapp (*Geronticus eremita*). *Journal für Ornithologie* 131, 445-451.
- Serra, G., Peske, L., Abdallah, M., Al Qaim, G., & Kanani, A. (2009). Breeding ecology and behavior of the last wild oriental Northern Bald Ibises (*geronticus eremita*). *J.Orn.* 150, 769-782.

Spektrum. (2022). *Lexikon Biologie*. Abgerufen am 31. 08 2022 von Koloniebrüter:
<https://www.spektrum.de/lexikon/biologie/koloniebrueter/36703>

Tobler, R. F. (26. September 2022). *Biologie Seite*. Von Waldrapp: <https://www.biologie-seite.de/Biologie/Waldrapp> abgerufen am 26.07.2022

Universität Wien. (2022). *Konrad Lorenz Forschungsstelle*. Von Waldrappe:
<https://klf.univie.ac.at/de/forschung/modellarten/waldrappe/#c196770> abgerufen am 26.08.2022

Universität Zürich. (23. 03 2022). *Methodenberatung*. Von Rangkorrelation nach Spearman:
https://www.methodenberatung.uzh.ch/de/datenanalyse_spss/zusammenhaenge/rangkorrelation.html abgerufen am 11.07.2022

Verwirrt durch Klimawandel: Vögel brüten wegen milder Temperaturen früher. (14. März 2020). Von Teh Weather Channel: <https://weather.com/de-DE/wissen/tiere/news/2020-03-14-verwirrt-durch-klimawandel-vogel-bruten-wegen-milder-temperaturen> abgerufen am 23.10.2022

Vlug, J. (2012). Kolonialität und Territorialität bei Lappentauchern Podicipedidae. *CORAX Band 2 Heft 2*.

Wackernagel, H. (1964). Brutbiologische Beobachtungen am Waldrapp, *Geronticus eremita* (L.). *Der Ornithologische Beobachter*.

Wildhüter St. Hubertus. (2022). *Graugans*. Von Wildhüter St. Hubertus:
<https://www.wildhueter-st-hubertus.de/graugans-2> abgerufen am 20.10.2022

Wirtz, S., Böhm, C., Fritz, J., Kotrschal, K., Veith, M., & Hochkirch, A. (2018). Optimizing the genetic management of reintroduction projects: genetic population structure of the captive Northern Bald Ibis population. *Conservation Genetics volume 19*, 853-864.

Es wurde in der gesamten Arbeit bestmöglich versucht, alle Aussagen richtig zu zitieren und alle Urheberrechte zu berücksichtigen. Kam es dennoch zu einer Verletzung dieser, bitte ich um Information darüber.

9 Tabellenverzeichnis

<i>Tabelle 1</i> – Einteilung der Nachbarn in Kategorien.....	23
<i>Tabelle 2</i> – Einteilung des Regressionskoeffizienten.....	24
<i>Tabelle 3</i> – Neststandortsnutzung in Prozent von 2002 – 2021	27
<i>Tabelle 4</i> – Neststandortswiederholungswahrscheinlichkeit in Prozent nach Geschlecht.....	32
<i>Tabelle 5</i> – Schlupferfolg 2002 – 2021	55
<i>Tabelle 6</i> – Durchschnittlicher jährlicher Schlupferfolg 2002 – 2021	56
<i>Tabelle 7</i> – Waldrappen Grünau	59

10 Abbildungsverzeichnis

<i>Abbildung 1.</i> Aussehen eines adulten Waldrapp (Quelle: links: https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Hermit_Ibis_in_Vienna_Zoo_on_2013-05-14.png taken by Robert F. Todler, Lizenz CC-BY-SA 4.0; rechts: Aleppo geb. 2006 Foto: Verena Pühringer).....	9
<i>Abbildung 2.</i> Neststandort (Quellen: https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Ibis_Eremita_02.jpg https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Ibis_Eremita_04.jpg ; Lizenz CC-BY-SA 4.0).....	13
<i>Abbildung 3.</i> Präferenzen von Neststandorten in marokkanischen Kolonien (aus Böhm & Pegoraro, 2011)	13
<i>Abbildung 4.</i> Begrüßungsritual (Quelle: https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Dou%C3%A9_21_06_2010_09_Geronticus_ereimita_2.jpg ; open source licence)	15
<i>Abbildung 5.</i> Wildtierpark Grünau mit Konrad Lorenz Forschungsstelle (Logo: Quelle: https://www.klimabuendnis.at/cumberland-wildpark-naturtierpark-gruenau-gmbh ; Gebäude- Foto: Shane McPhearson)	18
<i>Abbildung 6.</i> Neststandortplan Voliere Grünau	19
<i>Abbildung 7.</i> Geschlechterverteilung in % der Waldrappenpopulation Grünau von 2002 – 2021.....	25
<i>Abbildung 8.</i> Nesthäufigkeit in absoluten Zahlen des jeweiligen nummerierten Neststandorts	26
<i>Abbildung 9.</i> Nesthäufigkeit in Prozent	26
<i>Abbildung 10.</i> Neststandortplan Voliere Grünau	27
<i>Abbildung 11.</i> Neststandortswiederholungswahrscheinlichkeit Männchen vs. Weibchen	28
<i>Abbildung 12.</i> Neststandortswiederholungswahrscheinlichkeit bei mindestens drei Nestbauten pro Individuum.....	30
<i>Abbildung 13.</i> Wiederholungshäufigkeiten bei Männchen und Weibchen mit dazugehöriger Nestanzahl pro Individuum. Jeder Punkt präsentiert ein Tier.	31

<i>Abbildung 14.</i> Nesthäufigkeit im Vergleich zum Bruterfolg von 2002 – 2021 Die blauen Balken präsentieren den Bruterfolg prozentuell über die Jahr des Standorts und die orangen Balken die Häufigkeit der Verwendung des Nests.....	33
<i>Abbildung 15.</i> Nesthäufigkeit im Vergleich zum durchschnittlichen jährlichen Bruterfolg....	34
<i>Abbildung 16.</i> Bruterfolg im Vergleich zum durchschnittlichen Eiablagedatum 29.3. Hier zeigt jeder Punkt die durchschnittliche Differenz der Eiablagetage in einem Jahr.....	35
<i>Abbildung 17.</i> Anzahl der Nachbarn pro Nest in gewichteten Prozent.....	37
<i>Abbildung 18.</i> Absolute Anzahl an Nestern mit den jeweiligen Nachbarschaftsverhältnissen eingeteilt in die Kategorien 0 – 5. Gesamtnestanzahl 181.	38
<i>Abbildung 19.</i> Verhältnis von Brütern zu Nichtbrütern der Nachkommen in der Voliere	39
<i>Abbildung 20.</i> Vergleich der normalen Neststandortshäufigkeit mit den Nachkommensstandortshäufigkeiten	40

11 Liste der verwendeten Abkürzungen

Abkürzung (Akronym)	Beschreibung (<i>description</i>)
α	Signifikanzniveau
H_0	Nullhypothese
H_1	Alternativhypothese
IUCN	<i>International Union for Conservation of Nature</i>
n	Fallzahl, Stichprobenumfang (<i>number</i>)
p	p -Wert, Signifikanzniveauteilung
r_s	Rangkorrelationskoeffizient nach Spearman

Appendix

In folgender Tabelle sind die Schlupferfolgsquoten der einzelnen Nester aufgeführt. Es sind neben den erfolgreich ausgebrüteten Eiern auch die insgesamt Eiablagen pro Nest und Jahr ersichtlich. Insgesamt lässt sich daraus die Gesamtschlupferfolgsrate je Nest ermitteln.

id/Erfolgs- quote	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32
2002	1/4			0									1/3				0/0			1/3				0	1/3	0/1				1/2		
2003	0/2	1/3																														
2004	0/2		1/2	2/3								0		1/3				1/3												2/3		
2005	2/3		0/3	1/4										1/4		1/2	1/2	1/3									2/3			1/3		
2006	3/4	0/3	0/3	1/2														1/2											1/2	2/5		
2007	0/3		1/3	3/4										0				1/3											1/3	1/2		
2008						2/3	0/4		3/4	1/4	0/2	0/6		2/2	3/3		0/2			0/3					2/3							
2010			2/4		0	1/4		0/6	2/5	1/3	2/5	2/5		2/5		2/4	2/3							2/4	0/3							
2011			0/4	2/4			2/4	1/3	1/5				1/3	3/4	3/4	0/3	3/4	0/0														
2012			2/3	2/4			2/4		2/4				2/4	2/4	2/4	2/4	3/3															
2013	4/5		4/4	1/5		2/2	2/4		3/4					4/4	0/5	1/3	3/4															
2014	0/3	0/7	2/3											2/3	2/3																	
2015					2/3		0/3							2/5			2/4													1/3		
2016			1/3		1/3	2/4	2/3							1/4	0/1	2/3	2/3				2/3						0/1	0/1	2/3	2/3		
2017		2/3	2/5			3/4	3/3							2/5	1/2						3/3							2/4	2/3	3/4		2/3
2018		1/2	1/3			5/5	2/3							4/5							3/3							3/3	3/3	0/3		1/4
2019	1/2	0/2	3/4	0/0		1/3	3/4							3/3							2/4					2/3	0/2		0/0	2/4		0/7
2020	2/4				1/4		3/3						3/4	2/4	0/2						2/2									1/2	0/4	
2021	1/4	3/4	3/4	1/2		3/4	3/3						2/4	4/5	3/3						1/1		1/2							2/3	3/4	
Insgesam- ter Schlup- ferfolg 2002-2021 pro Nest	42%	29%	46%	46%	40%	72%	55%	33%	39%	33%	20%	18%	48%	60%	50%	40%	62%	43%		17%	81%		50%	0%	50%	29%	33%	63%	64%	49%	38%	21%

Tabelle 5 – Schlupferfolg 2002 – 2021

In Tabelle 6 sind ebenfalls die Schlupferfolgsquoten der einzelnen Nester aufgeführt und auch hier sind wiederum neben den erfolgreich ausgebrüteten Eiern auch die insgesamt Eiablagen pro Nest und Jahr ersichtlich. Im Gegensatz zu Tabelle 5 ist hier nun aber der durchschnittliche jährliche Schlupferfolg berechnet.

id/Erfolgs- quote	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	
2002	1/4			0									1/3				0/0			1/3				0	1/3	0/1				1/2			
2003	0/2	1/3																								0				0			
2004	0/2		1/2	2/3								0		1/3				1/3								0				2/3			
2005	2/3		0/3	1/4										1/4		1/2	1/2	1/3									2/3			1/3			
2006	3/4	0/3	0/3	1/2														1/2											1/2	2/5			
2007	0/3		1/3	3/4										0				1/3											1/3	1/2			
2008						2/3	0/4		3/4	1/4	0/2	0/6		1	1		0/2			0/3					2/3								
2010			1/2			0	1/4		0/6	2/5	1/3	2/5	2/5		2/5		1/2	2/3							1/2	0/3							
2011			0/4	1/2			1/2	1/3	1/5				1/3	3/4	3/4	0/3	3/4	0/0															
2012			2/3	1/2			1/2		1/2				1/2	1/2	1/2	1/2	1																
2013	4/5		1	1/5		1	1/2		3/4					1	0/5	1/3	3/4																
2014	0/3	0/7	2/3											2/3	2/3																		
2015					2/3		0/3							2/5			1/2													1/3			
2016			1/3		1/3	1/2	2/3							1/4	0/1	2/3	2/3				2/3						0/1	0/1	2/3	2/3			
2017		2/3	2/5			3/4	1							2/5	1/2						1								1/2	2/3	3/4		2/3
2018		1/2	1/3			1	2/3							4/5							1							1	1	0/3		1/4	
2019	1/2	0/2	3/4	0/0		1/3	3/4							1							1/2					2/3	0/2		0/0	1/2		0/7	
2020	1/2				1/4		1						3/4	1/2	0/2						1									1/2	0/4		
2021	1/4	3/4	3/4	1/2		3/4	1						1/2	4/5	1						1		1/2							2/3	3/4		
Durchschnittliche jährliche Erfolgsquote	34%	25%	45%	39%	42%	63%	57%	33%	44%	33%	17%	13%	47%	58%	48%	40%	52%	36%		17%	86%		50%	0%	50%	13%	22%	50%	53%	45%	38%	31%	

Tabelle 6 – Durchschnittlicher jährlicher Schlupferfolg 2002 – 2021

In Tabelle 7 sind alle Waldrappen, welche zwischen 2001 – 2021 geschlüpft sind, mit Namen sowie Geschlecht aufgeführt. Insgesamt sind hier 262 Individuen aufgelistet.

Name	Geschlecht	Schlupfjahr	Name	Geschlecht	Schlupfjahr
Pancho	male	2001	Digitus	unknown	2009
Lorimax	unknown	2001	Ruffy	unknown	2009
Momo	female	2002	Waltraut	unknown	2009
Tamri	male	2002	Sesam	unknown	2009
Zeus	unknown	2002	Hilda	male	2009
Che Guevara	male	2002	North Face	male	2009
Hombre	male	2002	Mammut	unknown	2009
Abraxas	male	2002	Sequoia	female	2009
Steppenwolf	male	2002	Ruben	unknown	2010
W1	unknown	2002	Xotox	unknown	2010
W2	unknown	2002	Lemmy	unknown	2010
Zazu	male	2003	Kirk	unknown	2010

Saddam	unknown	2004	Lars	unknown	2010
Lalope	unknown	2004	Echinops	unknown	2010
George W.	unknown	2004	Pep	unknown	2010
Geierwaldi	unknown	2004	Cliff	unknown	2010
Brittney	unknown	2004	Agonoize	unknown	2010
Robin Hood	unknown	2004	Ursl	unknown	2010
Apahatschi	male	2004	Squad	unknown	2010
Dori	male	2004	James	unknown	2010
Winnetouch	female	2004	Jorge	unknown	2010
Aguilera	unknown	2004	Slash	unknown	2010
Frederik	male	2004	Balu	male	2010
Ellena	male	2004	Heidi	male	2010
Medea	male	2004	Nöhle	female	2010
Rudi	male	2004	Paco	male	2010
Dragan	unknown	2005	Platypus	unknown	2010
Vladimir	unknown	2005	Ritro	unknown	2010
Tonka	unknown	2005	Rob	male	2010
Waits	unknown	2005	Ozzy	male	2010
Svetlana	unknown	2005	Nepomuk	unknown	2011
Emir	female	2005	Otto	unknown	2011
Vindobona	male	2005	Artus	unknown	2011
Kasimir	male	2005	Nero	unknown	2011
Jarmusch	male	2005	Gundel	unknown	2011
Goran	female	2005	Hannibal	unknown	2011
Leo	unknown	2005	Romulus	unknown	2011
Zlatko	unknown	2005	Pumuckl	unknown	2011
Okawango	unknown	2006	Banshee	unknown	2011
Agadir	unknown	2006	Helena	unknown	2011
Jirini	unknown	2006	Niels	unknown	2011
Doolittle	female	2006	Ivan	unknown	2011
Niobe	female	2006	Nemo	unknown	2011
Fairy	female	2006	Agatha	female	2011
Jetlag	male	2006	Ophelia	unknown	2011
Homer	female	2006	Tiffi	male	2011
Amber	male	2006	Remus	unknown	2011
Albright	female	2006	Wicki	unknown	2011
Sorrento	male	2006	Bert II.	male	2012
Aleppo	female	2006	Moritz	male	2012
Simon	male	2006	Egon	male	2012
Sierra	unknown	2007	Alexander	male	2012
Bree	unknown	2007	Emil	male	2012
Tango	unknown	2007	Emma	female	2012
Azrael	unknown	2007	Erna	female	2012
Mino	unknown	2007	Heinz	male	2012
Haggard	male	2007	Hermine	female	2012
Hades_1	male	2007	Hubert	male	2012
Shannara	male	2007	Irene	female	2012
Arthuro	female	2007	Josephine	female	2012
Blacky	male	2007	Konrad	male	2012
Sara	male	2007	Kurt	male	2012
Sorli	male	2007	Luis	male	2012
Zoe	female	2007	Martha	female	2012
Puck	unknown	2008	Norbert	male	2012
Kari	unknown	2008	Walburga	female	2012
Ikarus	unknown	2008	Walter	male	2012
Crovu	unknown	2008	Lukas	male	2012

Nocuma	unknown	2008	--		2013
Caspar	unknown	2008	Ronja	female	2013
Siwa	female	2008	Babsi	female	2013
Rohini	female	2008	Bazinga	female	2013
Manitou	female	2008	Ferdinand	male	2013
Ariadne	female	2008	Frieda	female	2013
Cian	male	2008	Gina	female	2013
Faruk	male	2008	Grisu	male	2013
Schreckse	female	2008	Rocco	male	2013
Kojak	unknown	2009	Rosa	female	2013
Aquila	unknown	2009	Sokrates	male	2013
Scarpa	unknown	2009	Sophokles	male	2013
Daggett	unknown	2009	Selina	female	2013
Sanji	unknown	2009	Seraphina	female	2013
Zirbe	unknown	2009	Romeo	male	2013
Mezcal	unknown	2009	Elvis	male	2013
Khan	male	2013	Tempest	female	2018
Arielle	female	2013	Till	male	2019
Baghira	female	2013	Kilian	male	2019
Esmeralda	female	2013	Timur	male	2019
Florentina	female	2013	Idefix	male	2019
Fridolin	male	2013	Kadisha	female	2019
Kleopatra	female	2013	Kiri	female	2019
Elmar	male	2013	Konstanze	female	2019
Origami	female	2014	Margot	female	2019
Oniichan	male	2014	Monika	female	2019
Luna	female	2014	Monsti	male	2019
Hades	male	2014	Queicks	male	2019
Heureka	female	2014	Quintessa	female	2019
Luzifer	male	2014	Simi	female	2019
Lilly	female	2015	Sombrera	female	2019
Azzurro	male	2015	Sonia	female	2019
Saphira	female	2015	Sybille	female	2019
Aurelia	female	2015	Tarzan	male	2019
Sandro	female	2015	Udessa	female	2019
Simba	male	2015	Udine	female	2019
Smirne	male	2015	Ursula	female	2019
Scar	male	2016	-	unknown	2020
Sherlock	male	2016	Ian	male	2020
Quetzal	female	2016	Shanti	female	2020
Ash	male	2016	Mordechai	male	2020
Delilah	female	2016	Halo	male	2020
Hanibal	male	2016	Ida	female	2020
Kalypso	female	2016	King	male	2020
Samurai	female	2016	Knox	male	2020
Tabitha	female	2016	Milky Way	female	2020
Augustus	male	2016	Minna	female	2020
Draco	male	2016	Quendolin	female	2020
Hurricane	female	2016	Sixtus	male	2020
Karma	male	2016	Tarek	male	2020
Kuzco	male	2016	Theo	male	2020
Moriarty	male	2016	Torvi	female	2020
Mufasa	male	2016	Uma	female	2020
Quasimodo	male	2016	Caesar	male	2021
Tara	female	2016	Lancelot	male	2021
Shade	male	2017	Steve	male	2021

Kim	female	2017	Cake	female	2021
Auri	female	2017	Triceraptos	female	2021
Arabella	female	2017	Salt	female	2021
Aramis	male	2017	Pegasus	female	2021
Cho	female	2017	Calimera	female	2021
Kadra	female	2017	Ebony	female	2021
Kvothe	male	2017	Elias	male	2021
Mannie	male	2017	Emanuel	male	2021
Mario	male	2017	Happy	female	2021
Mika	female	2017	Haribo	male	2021
Milvis	female	2017	Hedwig	female	2021
Quaffel	male	2017	Inti	female	2021
Quentin	male	2017	Kaspar	male	2021
Samuel	male	2017	Kassiopeia	female	2021
Schnatz	male	2017	Kiss	female	2021
Sid	male	2017	Melle	female	2021
Smeagol	male	2017	Poseidon	male	2021
Tardis	female	2017	Qualle	female	2021
Timon	male	2017	Salem	female	2021
Tris	female	2017	Sancho	male	2021
Castiel	male	2017	Scarlett	female	2021
Queenie	female	2017	Silvy	female	2021
Sam	female	2017	Stermann	male	2021
Schlurpi	female	2017	Titanos	male	2021
Panda	female	2018	T-Rex	female	2021
Elrond	male	2018	Uakari	male	2021
Eowyn	female	2018	Uhu	male	2021
Samba	male	2018	Karotte	male	2021
Shimmy	female	2018	Maestra	female	2021
Thriller	male	2018	Perseus	male	2021
Virgo	male	2018	Puma	female	2018
Cherry	male	2018	Herzog	male	2018
Schuhplattler	male	2018	Cora	female	2018
Kamille	male	2018	Elendil	male	2018
Bohne	male	2018	Koko	male	2018
Panther	male	2018	Crosariol	female	2018
Pinguin	male	2018	Kupid	female	2018

Tabelle 7 – Waldrappen Grünau