



Hochschule für angewandte Wissenschaften Weihenstephan-Triesdorf

**Der Uhu (*Bubo bubo*) im Fokus – eine Bestandsaufnahme im  
Naturpark Karwendel**

Art der Arbeit: Bachelorarbeit

Studiengang: Landschaftsarchitektur – Schwerpunkt Landschaftsplanung

Verfassende: Ann-Kathrin Krämer  
Matrikel-Nr. 1387726

Betreuende: Herr Prof. Dr. Christoph Moning  
Frau Prof. Dr. Julia Laube  
Herr Hermann Sonntag (extern)

Abgabedatum: 08.07.2024

## Danksagung

Ich möchte meinen herzlichen Dank für die vielfältige Unterstützung bei der Erstellung dieser Arbeit aussprechen.

Ein besonderer Dank geht an Herrn Prof. Dr. Christoph Moning für seine Betreuung, die lehrreiche Unterstützung und das Engagement während meiner Bachelorarbeit. Ebenso möchte ich Frau Prof. Dr. Julia Laube für die Zweitbetreuung danken und Frau Bianca Temme, die sich um die Bereitstellung des benötigten Materials gekümmert hat.

Ein großer Dank gebührt dem Naturpark Karwendel, insbesondere Herrn Hermann Sonntag und Frau Marina Hausberger sowie dem gesamten Team. Mit Hilfe ihrer umfangreichen lokalen Expertise konnte ich gezielt potenzielle Uhu-Standorte im Naturpark aufsuchen. Die Mitarbeitenden des Naturparks Karwendel waren nicht nur bei logistischen Herausforderungen eine große Hilfe, sondern standen auch bei fachlichen Fragen stets schnell und unkompliziert zur Verfügung und vermittelten zudem wertvolle Kontakte zu externen Expert:innen.



## I. Inhaltsverzeichnis

|       |  |     |
|-------|--|-----|
| I.    | Inhaltsverzeichnis .....                 | I   |
| II.   | Zusammenfassung .....                    | II  |
| III.  | Abstract.....                            | III |
| 1.    | Einführung .....                         | 1   |
| 1.1   | Motivation und Ziele der Arbeit .....    | 2   |
| 1.2   | Herleitung der Fragestellung .....       | 2   |
| 1.3   | Ausgangssituation.....                   | 3   |
| 2.    | Methodik.....                            | 9   |
| 2.1   | Grundlagen der Kartierung.....           | 9   |
| 2.2   | Durchgeführte Kartierung.....            | 12  |
| 2.3   | Auswertungsmethodik .....                | 16  |
| 3.    | Forschungsergebnisse .....               | 19  |
| 3.1   | Ergebnisse der Kartierung .....          | 19  |
| 3.2   | Ergebnisse der Habitatmodellierung ..... | 25  |
| 4.    | Diskussion .....                         | 28  |
| 4.1   | Plausibilität der Ergebnisse .....       | 28  |
| 4.2   | Interpretation der Ergebnisse.....       | 30  |
| 4.3   | Schlussfolgerungen und Reflexion.....    | 35  |
| V.    | Literaturverzeichnis .....               | 36  |
| VI.   | Abbildungsverzeichnis .....              | 38  |
| VII.  | Tabellenverzeichnis .....                | 39  |
| VIII. | Anhang .....                             | 40  |



## II. Zusammenfassung

Die vorliegende Bachelorarbeit widmet sich der Bestandserhebung und Analyse der Uhu-Population (*Bubo bubo*) im Naturpark Karwendel. Das Karwendel mit seinen vielfältigen Lebensräumen wie Wäldern, engen Schluchten und steilen Felswänden bietet ideale Bedingungen für Felsenbrüter wie den Uhu.

Die Methodik basiert auf akustischen Erhebungen mittels Horchboxen, die im Zeitraum von Mitte Februar bis Ende April 2024 durchgeführt wurden. Zudem wurden die Ergebnisse mit den Prognosen einer bereits bestehenden Habitatmodellierung verglichen, um Unterschiede zwischen erwartbaren und tatsächlichen Beobachtungen zu identifizieren.

Die Ergebnisse zeigen, dass nur in zwei von sechs untersuchten Revieren Uhu-Paare nachgewiesen wurden, was deutlich unter den Erwartungen der Habitatmodellierung liegt. Mögliche Ursachen für die Abweichungen könnten Veränderungen im Lebensraum und Störungen durch menschliche Aktivitäten sein. Zudem wirken sich möglicherweise Veränderungen im Klima und Nahrungsangebot negativ auf die Uhu-Populationen aus.

Im Diskussionsteil werden diese Ergebnisse kritisch beleuchtet und in den regionalen sowie überregionalen Kontext gestellt. Es wird aufgezeigt, dass kontinuierliche und langfristige Überwachungen sowie angepasste Managementmaßnahmen erforderlich sind, um das langfristige Überleben der Uhu-Population im Karwendel zu sichern.

Diese Bachelorarbeit liefert wertvolle Erkenntnisse zur aktuellen Situation des Uhu-Bestands. Sie soll als Grundlage für zukünftige Naturschutzstrategien dienen und dazu beitragen, den Lebensraum und die Population des Uhus nachhaltig zu sichern.



### III. Abstract

The present bachelor thesis focuses on the population survey and on the analysis of the Eurasian eagle owl (*Bubo bubo*) in the Karwendel Nature Park. The Karwendel with its diverse habitats such as forests, narrow gorges, and steep rock walls provides ideal conditions for cliff-nesting birds like the Eurasian eagle owl.

The methodology is based on acoustic surveys using listening boxes which were carried out in the period from mid-February to the end of April 2024. Additionally, the results were compared with predictions from an existing habitat modeling to identify differences between expected and observed observations.

The results show that pairs of eagle owls were only detected in two of the six territories surveyed which is significantly below the expectations of the habitat modelling. Potential causes for these discrepancies could be changes in the habitat and disturbances caused by human activities. Possibly changes in climate and food supply may also have a negative impact on eagle owl populations.

In the discussion section these results are critically analysed and placed in a regional and supra-regional context. It is shown that continuous, long-term monitoring as well as adapted management measures are necessary to ensure the long-term survival of the eagle owl population in the Karwendel.

This bachelor thesis provides valuable insights into the current situation of the Eurasian eagle owl population. It should serve as a basis for future conservation strategies and contribute to the sustainable protection of the eagle owl's habitat and population.



## 1. Einführung

Um die Natur und Artenvielfalt nachhaltig zu schützen, ist es wesentlich, kontinuierlich Informationen über ihren Zustand und Erhalt zu sammeln. Diese Erhebungen ermöglichen nicht nur die Überwachung von Ökosystemen und die Verfolgung von Populationstrends gefährdeter Arten, sondern dienen auch als wichtige Indikatoren für Veränderungen wie Landnutzung, Klimawandel oder Habitatverluste. (Hadad et al., 2022)

Die Erfassung des Uhu-Bestands gehört zu den zentralen Aufgaben des Naturparks Karwendel. Dieser verpflichtet sich gemäß dem Tiroler Naturschutzgesetz, den Erhalt und Schutz prioritärer Arten sowie die Umsetzung von Maßnahmen zur Erreichung eines günstigen Erhaltungszustands sicherzustellen. (*Tiroler Naturschutzgesetz 2005, Fassung vom 30.06.2017*, o. J.) Vor diesem Hintergrund versuchen die Naturpark-Ranger:innen möglichst regelmäßige Bestandserhebungen durchzuführen, um die Entwicklung des Uhu-Bestands im Naturpark Karwendel zu überprüfen und potenzielle Störungsfaktoren zu identifizieren. Der Uhu, eine von 96 Brutvogelarten im Naturpark Karwendel, gehört zu den sogenannten prioritären Arten, die aufgrund bestimmter Kriterien - unter anderem ihrer Gefährdung - einen besonderen Schutzstatus genießen und somit im Fokus des Naturparks stehen. (Sonntag et al., 2020)

Die vorliegende Arbeit beginnt mit der Darstellung der Ausgangssituation. Anschließend werden die eingesetzten Methoden zur Kartierung der Uhus, einschließlich der Verwendung von Horchboxen, beschrieben. Daraufhin folgen die Ergebnisse der Kartierung inklusive der akustischen Auswertung der Horchboxen sowie die Auswertung der bestehenden Habitatmodellierung. Die anschließende Diskussion untersucht, wie die Ergebnisse der Kartierung und der Habitatmodellierung verglichen werden können, welche Rückschlüsse daraus gezogen werden und wie diese Ergebnisse einzuordnen sind. Abschließend werden Erklärungsansätze aufgezeigt und Managementanregungen für den zukünftigen Schutz des Uhus im Naturpark Karwendel gegeben.

In dieser Arbeit wird regelmäßig auf die Ergebnisse der ornithologischen Grundlagenerhebung vom Land Tirol aus dem Jahr 2014 eingegangen. (Oberwalder et al., 2014) Die Nachweispunkte der Uhus sowie die Ergebnisse der Habitatmodellierung, die aus dieser Grundlagenerhebung stammen, werden in verschiedenen Kapiteln verwendet.



## 1.1 Motivation und Ziele der Arbeit

Das Interesse an diesem Thema beruht auf mehreren Aspekten. Grundsätzlich gibt es die Faszination an den vielfältigen Aufgaben des Naturparks: den aktiven Schutz von Natur und Landschaft mit nachhaltigem Tourismus und auch Umweltbildung zu kombinieren, ist ein wichtiger Auftrag mit einem großen Potenzial.

Eine weitere Motivation für diese Arbeit ist die Möglichkeit, eigenständig eine Kartierung durchzuführen. Dies stellt eine spannende Herausforderung und Lerngelegenheit dar. Durch den zusätzlichen Abgleich der kartierten Ergebnisse mit den Daten einer Habitatmodellierung sollen Rückschlüsse auf die Eignung der Lebensräume und mögliche Verbesserungspotenziale gezogen werden.

Die Arbeit soll also in erster Linie einen Beitrag zum Natur- und Artenschutz leisten. Sie zeigt die Bedeutung regelmäßiger Bestandserhebungen auf und kann eine Grundlage für zukünftige Schutz- und Managementmaßnahmen bilden.

## 1.2 Herleitung der Fragestellung

Die Notwendigkeit der Bachelorarbeit zur Bestandserhebung von Uhus im Jahr 2024 ergibt sich aus verschiedenen Problemstellungen und Herausforderungen im Zusammenhang mit der Uhu-Population im Naturpark Karwendel. Ein zentraler Aspekt ist die Aktualität der Daten, da bisherige Informationen möglicherweise veraltet sind. Eine regelmäßige Erfassung ist erforderlich, um den Uhu-Bestand zu bewerten und die Entwicklung der Population zu verstehen. Zudem könnten Veränderungen im Lebensraum der Uhus, sei es durch menschliche Eingriffe, den Klimawandel oder natürliche Prozesse, Auswirkungen auf die Population haben und eine kontinuierliche Überprüfung erfordern. Mit den folgenden Fragestellungen soll ein umfassendes Verständnis der aktuellen Uhu-Population im Naturpark Karwendel erreicht werden.

- Wie viele Uhu-Brutpaare sind aktuell im Naturpark Karwendel aufzufinden?
- Wie unterscheiden sich die Ergebnisse der aktuellen Bestandserhebung von den bisherigen Daten und Prognosen der Habitatmodellierung?
- Welche Faktoren könnten für mögliche Diskrepanzen zwischen der Habitatmodellierung und den aktuellen Bestandsdaten verantwortlich sein?



### 1.3 Ausgangssituation

Das folgende Kapitel dient dazu, ein grundlegendes Verständnis für die in der Diskussion relevanten Aspekte zu schaffen und die generierten Ergebnisse besser einordnen zu können.

#### **Einordnung des Populationszustands überregional und regional**

In Europa wird das Vorkommen des Uhus als „ungefährdet“ (LC, Least concern) betrachtet, und der Populationstrend wird als "zuwachsend" eingestuft. (BirdLife International, 2021) Der Uhu wird gemäß dem EOAC-Brutzeitcode (European Ornithological Atlas Committee) einem Status von B zugeordnet, das bedeutet „wahrscheinliches Brüten/Brutverdacht“. (Hagemeijer & Blair, 1997)

Die Rote Liste Österreichs beurteilte den Uhu im Jahr 2005 als "nahezu gefährdet" (NT, Near Threatened). (Landmann & Lentner, 2001) Die neueste Fassung aus dem Jahr 2021 bewertet den Uhu jedoch als "ungefährdet" (LC, Least concern), sodass weniger als 10% Aussterbewahrscheinlichkeit in den nächsten 100 Jahren zu erwarten ist. (Berg et al., 2021) Etwa 1,3-3,6 % des nationalen Uhu-Bestands befinden sich im SPA Karwendel (Special protected Area / EU-Vogelschutzgebiet). Daher ist das Vorkommen des Uhus im Karwendel als national bedeutsam anzusehen und die Verantwortung Österreichs gegenüber dem Uhu wird als "stark verantwortlich" betrachtet. (Oberwalder et al., 2014) In Bezug auf die regionale Relevanz wird das Vorkommen des Uhus als „bedeutend“ angesehen. (Sonntag et al., 2020)

#### **Einordnung des Populationszustands im Naturpark Karwendel**

Die Ausgangssituation des Uhus im Karwendel wird durch verschiedene Schutzmaßnahmen des Naturparks selbst und des Landes Tirol geprägt.

Der Naturpark Karwendel kommt seiner Aufgabe, den Uhu zu schützen, nach, indem er Schutzprogramme wie die Artenschutzstudie aufstellt und den Großlebensraum des Uhus bewahrt. Der Uhu, ein Felsenbrüter, gehört zum Großlebensraum "Fels, Schutt, Gebirge", der im Leitbild des Naturparks Karwendel die höchste Priorität hat. (Sonntag et al., 2020) Im Rahmen einer Artenschutzstudie wurden 24 prioritäre Arten identifiziert, darunter auch der Uhu. Diese Zielarten sollten durch konkrete Maßnahmen im Artenschutz und Lebensraumschutz gesichert werden. (Sonntag et al., 2020)

Neben dem Naturpark hat auch das Land Tirol Maßnahmen zum Schutz des Uhus ergriffen, insbesondere durch eine ornithologische Grundlagenerhebung, für die von 2010-2012 kartiert wurde (Oberwalder et al., 2014): Bei den Untersuchungen wurden 17 Individuen gesichtet,



wobei mindestens 6 abgegrenzte Reviere beobachtet wurden. Der Bestand wurde auf 9-18 Brutpaare geschätzt, basierend auf Expert:innenschätzungen. Besonders im Inntal zwischen Zirl und Kranebitten war eine deutlich dichtere Besiedlung des Uhus zu verzeichnen, was auf eine erhöhte Aufmerksamkeit in diesem Gebiet hinweist. Die ornithologische Grundlagenerhebung brachte zudem ein klar definiertes Erhaltungsziel für den Uhu hervor: Es sollte der Bestand von den 9-18 Brutpaaren erhalten werden.

Ein weiterer, wichtiger Bestandteil der ornithologischen Grundlagenerhebung war eine Habitatmodellierung. Parallel zur Brutvogelkartierung wurden dazu ergänzende Parameter und Daten aufgenommen. Diese Modellierung bietet wertvolle Einblicke in die Verbreitung und Lebensraumanforderungen des Uhus.

Sowohl der Naturpark Karwendel als auch das Land Tirol haben Verantwortung für den Fortbestand des Uhus und zeigen Bemühungen, ihn zu schützen und seinen Lebensraum langfristig zu sichern.

### **Uhu Lebensraum-Parameter**

Die Lebensraumsprüche des Uhus sind vielfältig und umfassen sowohl das Bruthabitat als auch das Nahrungshabitat.

Ein geeignetes Bruthabitat besteht vorzugsweise aus störungsarmen oder störungsfreien, südexponierten Felspartien in der Nähe von Tälern. Hier finden sich ideale Brutplätze in Form von Felswänden, felsigen Abbrüchen, schütter bewachsenen Steilhängen und Steinbrüchen, wobei auch alte Horste von Großvögeln angenommen werden. (Sonntag et al., 2020) Der Uhu sucht für seinen nächtlichen Balzgesang exponierte Punkte im Revier auf wie beispielsweise Felsköpfe oder hohe Bäume. (Ellmauer et al., 2005) Häufig werden Reviere in der Nähe großer Gewässer besetzt.

Das Nahrungshabitat des Uhus umfasst produktive und teilweise durch menschliche Einwirkung verbesserte Lebensräume. Besonders attraktiv sind spezielle Nahrungsquellen wie Kompostieranlagen, Wildfütterungs- und Luderplätze. Der Uhu passt sich flexibel dem verfügbaren Nahrungsangebot an und bevorzugt vor allem mittelgroße Säugetiere und größere Vögel. In Gebieten mit einem geringeren Angebot an größeren Beutetieren fokussiert er sich auf Kleinsäuger, Kleinvögel und gelegentlich auch auf Amphibien, Fische und große Insekten. Wichtig sind auch geeignete Beutebearbeitungsplätze, die vorzugsweise auf exponierten Felskankeln oder wipfeldürren Nadelbäumen nahe dem Brutplatz zu finden sind. (Ellmauer et al., 2005)

## Das Karwendel als Uhu-Lebensraum

Das Karwendel-Gebirge bietet aufgrund seiner vielfältigen Landschaftsmerkmale und Habitattypen einen passenden Lebensraum für den Uhu. Der Naturpark erstreckt sich über 739 km<sup>2</sup> und ist Teil eines FFH- und SPA-Gebiets (FFH=Fauna-Flora-Habitat / SPA=Special Protection Area). (Oberwalder & Längert, 2021)

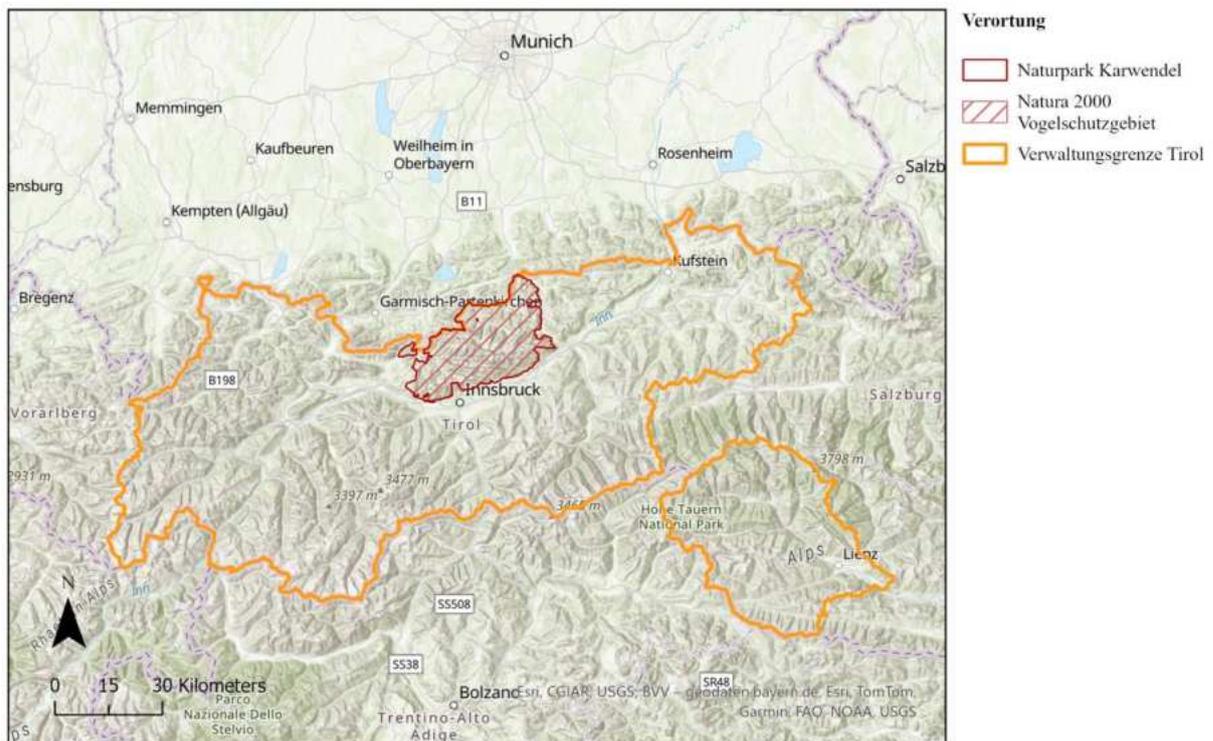


Abb. 1: Verortung des Naturparks Karwendel in Tirol (Land Tirol, tiris-Geoportal, Metadatenkatalog, 2023)

Nördlich von Innsbruck erstreckt sich die Nordkette, die südlichste der Gebirgsketten im Karwendel. Das regenarme Klima in Verbindung mit den warmen Föhnwinden schafft vielseitige Lebensräume sowohl in den Tallagen als auch in den alpinen Hochlagen. (Moning et al., 2020) Die Landschaftsausstattung des Gebiets umfasst Tallagen mit reichem Waldbestand, Schutt- und Latschenfelder an den Bergflanken sowie enge Schluchten mit Schluchtwäldern und steilen Felswänden. Etwa 29,2 % der Gesamtfläche des Karwendels bestehen aus Felsen und Schutthalden, während Nadelwälder etwa 26,5 % der Gesamtfläche ausmachen. (Oberwalder et al., 2014)

Das Inntal und die Nordkette zeigen einen Ausschnitt der vielfältigen Vegetationstypen und Landschaftsmerkmale der Region. (Oberwalder et al., 2014) Auf den Felsgraten der Nordkette ist die Vegetation spärlich, während in den tieferen Lagen reiner Fichtenwald vorherrscht. Tief eingeschnittene Täler wie das Vomperloch weisen einen Höhenunterschied von bis zu 1700



Höhenmetern zwischen dem Schluchtgrund und der Gratlinie auf. Die abfallenden Hänge zum Vomperbach sind von montanen Bergmischwäldern mit Fichte, Tanne, Buche und Bergahorn bedeckt. Die Ehnbachklamm hat trotz ihrer Nord-Süd-Ausrichtung sonnenexponierte Felswände. An ihren Westhängen wachsen Fichten, Föhren und Tannen, was die Vegetationsvielfalt in der Region verdeutlicht. (Oberwalder et al., 2014) Auf den Graten der Nordkette bei Absam wächst kärgliche Felsvegetation. In tieferen Lagen geht die Vegetation in Fichten-Tannen-Buchwald und anschließend in einen reinen Fichtenwald über. Rund um das Gebiet Fiecht stehen Wiesen der angrenzenden Almen in direktem Wechsel mit reinen Fichtenwäldern, die die Abhänge zur Wolfsklamm bewachsen. Ein Fleckenteppich aus Föhren-Fichtenwald setzt sich über die Hänge fort bis zum Standort Gnadenwald. Auf größerer Höhe setzt sich die Felsvegetation durch. Ein besonderes Merkmal ist das Wärmegebiet bei Zirl und der Martinswand, das sich durch inneralpine, kontinentale Trockenvegetation auszeichnet und wärmeliebende Gebüsche sowie Trockenrasen beherbergt. (Oberwalder et al., 2014)

Grundsätzlich lässt sich also sagen, dass die Südexposition der Gebirgskette, die Steilheit der Felswände und der schütterere Bewuchs das Karwendel zu einem geeigneten Uhu-Lebensraum machen. Die Nähe zu den landwirtschaftlichen Flächen und dem intensiv genutzten Inntal bietet ein reichhaltiges Nahrungshabitat und begünstigt so die Eignung der Reviere für Uhus.

### **Uhu-Habitatmodellierung**

Die Habitatmodellierung, ein Instrument im wissenschaftlichen Naturschutz, ermöglicht eine detaillierte Analyse der Beziehungen zwischen Organismen und den von ihnen besiedelten Lebensräumen.

Im Rahmen der ornithologischen Grundlagenerhebung (Oberwalder et al., 2014) wurde eine Habitatmodellierung für ausgewählte Brutvogelarten („12 Arten des Anhang I der Vogelschutzrichtlinie der EU“ [...] und ausgewählte seltene Arten“ (Oberwalder et al., 2014)) im Karwendel durchgeführt. Dieser Prozess umfasst neben der quantitativen Erfassung der Brutvögel auch die Erfassung der wesentlichen Habitatparameter vor Ort im Feld. Durch die Identifizierung und Bewertung relevanter Habitatmerkmale können fundierte Schlussfolgerungen über die Habitatqualitäten und -präferenzen verschiedener Vogelarten gezogen werden.

Für die Habitatmodellierung des Uhus wurde das Programm MaxEnt eingesetzt. Die Funktionsweise von MaxEnt basiert auf folgenden Merkmalen (Oberwalder et al., 2014): MaxEnt ist eine "machine learning" Methode, die ausschließlich mit Präsenz-Nachweisen der



betrachteten Art arbeitet. Der Algorithmus von MaxEnt zielt darauf ab, eine möglichst gleichmäßige Verbreitung der Art zu modellieren, indem er uniforme Verbreitungsmuster (stetige Gleichverteilung) berücksichtigt. Die tatsächlichen Vorkommen der Art werden in Bezug zu den Habitatvariablen gesetzt. Dazu werden die konkreten Fundpunkte mit den Habitatvariablen verrechnet. Auf Grundlage dieser Verrechnung entwickelt das Programm neue Parameter und trainiert das Modell. Es sucht nach rechnerischen Zusammenhängen zwischen den Fundpunkten und den Ausprägungen der Lebensraumparameter und berechnet entsprechende Erwartungswerte. MaxEnt erfordert exakt georeferenzierte Fundpunkte und Lebensrauminformationen.

Für die Anwendung des Programms MaxEnt sind sowohl die Auswahl der Nachweispunkte als auch die Auswahl der Habitatparameter von entscheidender Bedeutung. Es werden die Nachweispunkte ausgewählt, die die höchste Aussagekraft haben. Dazu gehört das Verhalten des Vogels (insbesondere revier- und brutbezogene Verhaltensweisen), die Jahreszeit des Vogelfunds und die Genauigkeit der geografischen Verortung. Eine Untergrenze von mindestens fünf Datenpunkten ist erforderlich, um brauchbare Habitatmodelle zu erstellen. (Oberwalder et al., 2014) Die Datengrundlage für die ökologischen Habitatparameter basierte auf einer Laserscan-Analyse. Dabei wurden folgende Parameter berücksichtigt (Oberwalder et al., 2014):

- Neigung und Exposition des Geländes
- Erfassung von Geländehöhen und Objekten auf dem Gelände
- Vegetationshöhe
- Strukturiertheit der Vegetation
- Deckungsgrad der Vegetation
- Protection Index Vegetation
- Gelände-Curvatur (Relief)
- Strukturiertheit des Geländes
- Solar-Index: Energieeintrag pro Pixel
- Vorhandensein von Schneefeldern
- Wetness-Index: Wert für potenzielle Feuchtigkeit
- Protection-Index Morphologie



Mit Hilfe von MaxEnt können komplexe ökologische Zusammenhänge untersucht und Vorhersagen über potenzielle Lebensräume getroffen werden. Durch den Umgang mit Präsenzdaten ist MaxEnt ein wertvolles Instrument für den Schutz und das Management von Arten wie beispielsweise dem Uhu.



## 2. Methodik

Das folgende Kapitel erläutert die angewandte Methodik für die Datenerhebung und Datenauswertung, die zur Beantwortung der Forschungsfragen verwendet wurde.

### 2.1 Grundlagen der Kartierung

#### **Rufverhalten von Uhus (*Bubo bubo*)**

Aufgrund ihrer unverwechselbaren und gut hörbaren Rufe eignet sich die akustische Überwachung von Uhu-Individuen besonders gut. Um die Uhu-Population vollständig anhand ihrer akustischen Signale zu erfassen, ist ein grundsätzliches Verständnis zum Ruf-Verhalten notwendig. Die Rufe haben je nach ihrer Dauer und Frequenz eine unterschiedliche Bedeutung.

Der charakteristische Ruf des Uhus ist das “uhu”, der von beiden Geschlechtern ausgestoßen wird. Der Ruf des männlichen Uhus ist ein tiefes “oohu” oder “buhu”, das bis zu 1,5 km weit trägt. Der Laut des weiblichen Uhus ist ein etwas höheres “U-hu”. (Grava et al., 2008) Ein hohes, lachendes “kwa kwa kwa”, die so genannten “devil’s cackles”, sind zu hören, wenn die Altvögel in Aufregung sind und vor Eindringlingen warnen. (Svensson et al., 2023)

Die Ruf-Aktivität der männlichen Individuen zeigt ein regelmäßiges Muster und ist hauptsächlich eine Stunde vor bis zwei Stunden nach Sonnenuntergang wahrzunehmen. (Penteriani, 2003) Der Gesang des Uhu-Männchens ist eine Aneinanderreihung von Einzelrufen typischerweise im Abstand von 3 bis 20 Sekunden. (Harms, 2020) Die ersten Ruf-Aktivitäten im Jahr stehen im Zeichen der Fortpflanzung. (Harms, 2020) Die Hauptbalz und damit der Schwerpunkt der Verhörungen liegt zwischen dem 1. Januar und dem 31. März. Während der frühen Abendstunden ist der Höhepunkt der Rufaktivität zu beobachten. (Harms, 2020) Jungvögel kann man ab einem Alter von 70 Tagen wahrnehmen, wenn der typische “chwätch”-Ruf zu erkennen ist. (Penteriani et al., 2005)

Grundsätzlich sind die Rufe zur Kommunikation mit dem Sozialverhalten untrennbar verbunden. Die Ruf-Aktivität dient der Verständigung und vermittelt dabei wichtige soziale Verhaltensweisen wie die Revierabgrenzung und die Anziehung von Paarungspartnern (McGregor & Peake, 2000): Männchen verwenden ihre Rufe hauptsächlich zur Anzeige ihres Reviers, während Weibchen Rufe als Mittel zur Kommunikation mit ihren Partnern einsetzen. (Penteriani et al., 2005)



## **Horchboxen zur Erfassung**

Die Kartierung mittels Horchboxen ist ein bedeutendes Instrument im Artenschutz zur Identifizierung von Populationszuständen und Entwicklungstrends. (Harms, 2020) Diese Methode ermöglicht es, die Dynamik und das Verhalten der Art zu verstehen und individuelle Bruterfolge zu verfolgen. (Grava et al., 2008) Sie ist besonders nützlich für empfindliche Tierarten wie den Uhu, da sie es ermöglicht, Erfassungen aus der Ferne vorzunehmen, ohne die Tiere zu stören. Zudem können akustische Aufnahmegeräte, die über einen längeren Zeitraum eingesetzt werden, bei Arten mit geringer Rufaktivität zuverlässiger Nachweise liefern. (Celis-Murillo et al., 2009)

## **Kartierungsmethodik nach Südbeck**

Die Kartierung wurde an das Standardwerk „Methodenstandards zur Erfassung der Brutvögel Deutschlands“ von Südbeck et al. angelehnt. (Südbeck et al., 2005) In diesem wird definiert, welche Nachweise als Brutverdacht und als Brutnachweis gelten.

Als Brutverdacht gelten: (Andretzke et al., 2005)

- „zweimalige Feststellung von Reviergesang im Abstand von mindestens 7 Tagen (möglichst längerer Abstand), eine davon Mitte Februar bis Mitte Juni;
- einmalige Feststellung von Reviergesang und eine weitere Feststellung von Reviergesang und eine weitere Feststellung eines Altvogels im Abstand von mindestens 7 Tagen, eine davon Mitte Februar bis Mitte Juni;
- einmalige Feststellung von Männchen und Weibchen (Duettgesang);
- Nistplatzsuche durch Altvögel (jeweils Februar bis April);
- charakteristische Rupfungsfunde und Kotflecken während der Brutperioden (...).“

Als sicherer Brutnachweis gelten: (Andretzke et al., 2005)

- „Nistplatz mit brütendem Weibchen oder Jungen;
- Fütternde Altvögel;
- Bettelnde Jungvögel.“

Zudem empfiehlt das Standardwerk nach Südbeck eine Verwendung von Klangattrappen. (Andretzke et al., 2005) Auf diese wurde jedoch verzichtet, um die menschliche Störung und damit die Belastung für den Uhu minimal zu halten.



Der Methodenstandard gibt für die Erfassung von Brutvögeln artbezogene Empfehlungen bezüglich der Erfassungstermine und Wertungsgrenzen vor. Für den Uhu sind die Erfassungstermine zwischen Mitte Februar und Mitte Juni vorgesehen. (Andretzke et al., 2005)

| Januar |   |   | Februar |    |   | März |   |   | April |    |   | Mai |   |   | Juni |   |   | Juli |   |   | August |   |   |
|--------|---|---|---------|----|---|------|---|---|-------|----|---|-----|---|---|------|---|---|------|---|---|--------|---|---|
| A      | M | E | A       | M  | E | A    | M | E | A     | M  | E | A   | M | E | A    | M | E | A    | M | E | A      | M | E |
|        |   |   |         | 1. |   | 2.   |   |   |       | 3. |   |     |   |   |      |   |   |      |   |   |        |   |   |

Abb. 2: Empfehlung für die Erfassungstermine und Wertungsgrenzen für die Bestandsermittlung des Uhus. (Andretzke et al., 2005) Die Kästchen mit den Zahlen sprechen die Empfehlung für den Erfassungstermin aus. Die dunkelblauen Kästchen zeigen den Zeitraum zwischen den empfohlenen Erfassungsdekaden an, die hellblauen hingegen den erweiterten Erfassungszeitraum

Die Bachelorarbeit von Sticksel (Sticksel, 2023) überprüft die Erfassungsmethodik von Südbeck. Seine Ergebnisse zeigen, dass bei einer klassischen Erfassung nach Südbeck (Sonnenuntergang bis 3 Std. nach Sonnenuntergang) vier Nächte benötigt werden, um einen positiven Nachweis zu erhalten. Zudem deutet die festgestellte Rufaktivität darauf hin, dass Südbecks Erfassungszeiträume nicht den Ruhhöhepunkt widerspiegeln. Dieser liegt bei drei bis vier Stunden nach Sonnenuntergang. (Sticksel, 2023) Insbesondere bei den Kontrollterminen ab Mitte April zur Bestätigung der Brut lohnt es sich, über den von Südbeck empfohlenen Erfassungszeitraum hinaus zu überwachen, da Jungvögel oft noch spät in der Nacht Rufe äußern. (Sticksel, 2023) Aufgrund dieser Erkenntnisse wurde die Aufnahmedauer in der Kartierung 2024 entsprechend angepasst.



## 2.2 Durchgeführte Kartierung

### **Kartiergebiete**

Für die Bestandserhebung der Uhu-Population im Naturpark Karwendel wurde in insgesamt 6 möglichen Uhu-Reviere kartiert. Alle Reviere befinden sich in der südlichen Karwendelkette und breiten sich in den Osten und Westen Innsbrucks aus. Die mutmaßlichen Standorte der Uhu-Reviere stammen aus der ornithologischen Grundlagenerhebung vom Land Tirol. (Oberwalder et al., 2014)

Bereits im Vorfeld der ersten Kartierung ergaben sich Ausschlusskriterien, die die Auswahl der Kartiergebiete einschränkte: Reviere außerhalb des Inntals wurden nicht berücksichtigt, unwegsames Gelände erschwerte teilweise den Zugang, laute Geräusche wie Flüsse oder Flughäfen schlossen Standorte aus, und gesperrtes Gelände verhinderte weitere Erkundungen.

Die Wahl fiel schließlich auf das Gebiet Gnadenwald (Gnadenwald) und ein Revier bei Stans bei der Wolfsklamm (Fiecht), wo bereits in den Jahren 2010-2012 Uhu-Individuen kartiert wurden. Zusätzlich wurden aus den Erhebungsdaten der Studie weitere potenzielle Gebiete bestimmt, von denen schlussendlich das Revier in der Ehnbachklamm (Ehnbachklamm) aufgesucht wurde sowie der Steinbruch Martinsbühel (Martinswand) und die Gegenden beim Lippenkopf über Absam (Absam) und beim Kraftwerk Vomperbach (Vomp).

Die Distanz zwischen den Kartierungsorten variiert: Im Westen Innsbrucks bei Zirl liegen die benachbarten Reviere Ehnbachklamm und Martinswand, die nur etwa 1 km voneinander entfernt sind. Im Gegensatz dazu liegen die Aufnahmepunkte östlich von Innsbruck, also Absam, Gnadenwald, Vomp und Fiecht, jeweils mindestens 4 km voneinander entfernt.

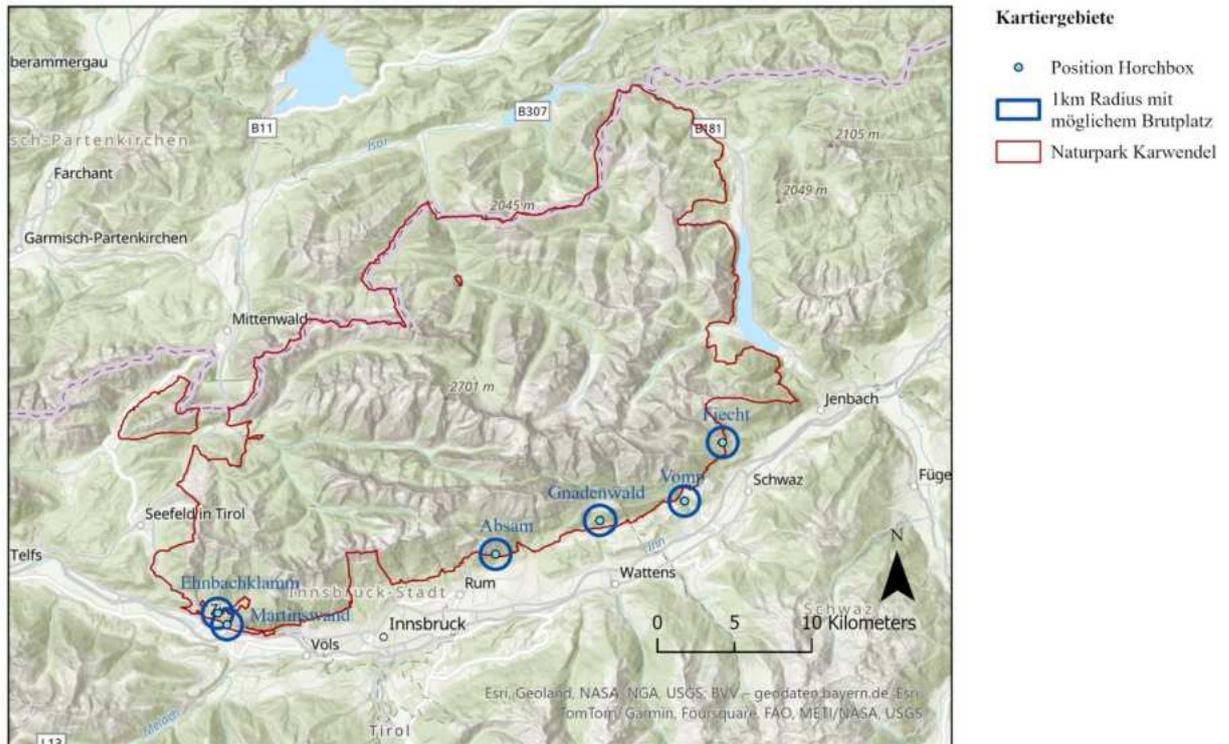


Abb. 3: Standorte der Tonaufnahmegeräte - Eine genaue Verortung der Uhus wurde vermieden, um Störungen auf ein Minimum zu reduzieren. Es ist anzunehmen, dass die Einstände und Horste der Uhus sich innerhalb eines Radius von maximal 1 km um die Horchboxen befinden (Land Tirol, tiris-Geoportal, Metadatenkatalog, 2023)

### Erfassungszeiträume

Gemäß dem Methodenstandard (Andretzke et al., 2005) wurde der Uhu-Bestand zwischen Mitte Februar und Mitte Juni dreimal kartiert. Während der Balzzeit im ersten Quartal erfolgten zwei Kartierungen zwischen Mitte Februar und Mitte März. Eine Kontrollbegehung zur Bestätigung einer erfolgreichen Brut fand Ende April statt. Bei diesem Kontrolltermin wurden nur Standorte aufgesucht, an denen bereits Uhu-Individuen nachgewiesen wurden.

|              | 1. Kartierdurchgang  |          |          |          |          |          |          |          |          |          |          |          |
|--------------|----------------------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|
|              | Mitte - Ende Februar |          |          |          |          |          |          |          |          |          |          |          |
|              | ab 15.2              | 16. Feb. | 17. Feb. | 18. Feb. | 19. Feb. | 20. Feb. | 21. Feb. | 22. Feb. | 23. Feb. | 24. Feb. | 25. Feb. | 26. Feb. |
| Martinswand  |                      |          |          |          |          |          |          |          |          |          |          |          |
| Ehnbachklamm |                      |          |          |          |          |          |          |          |          |          |          |          |
| Absam        |                      |          |          |          |          |          |          |          |          |          |          |          |
| Gnadental    |                      |          |          |          |          |          |          |          |          |          |          |          |
| Vomp         |                      |          |          |          |          |          |          |          |          |          |          |          |
| Fiecht       |                      |          |          |          |          |          |          |          |          |          |          |          |

Abb. 4: Erfassungszeiträume der 1. Kartierung mittels Horchboxen. Die grün markierten Bereiche sind die von den Horchboxen aufgezeichneten Nächte

|              |  | 2. Kartierdurchgang |         |         |         |         |         |                 |                 |                 |         |
|--------------|--|---------------------|---------|---------|---------|---------|---------|-----------------|-----------------|-----------------|---------|
|              |  | Anfang - Mitte März |         |         |         |         |         |                 |                 |                 |         |
|              |  | 01. Mrz             | 02. Mrz | 03. Mrz | 04. Mrz | 05. Mrz | 06. Mrz | 12. Mrz         | 13. Mrz         | 14. Mrz         | 15. Mrz |
| Martinswand  |  |                     |         |         |         |         |         | Sichtkartierung |                 |                 |         |
| Ehnbachklamm |  |                     |         |         |         |         |         |                 |                 | Sichtkartierung |         |
| Absam        |  |                     |         |         |         |         |         |                 |                 |                 |         |
| Gnadenwald   |  |                     |         |         |         |         |         |                 | Sichtkartierung |                 |         |
| Vomp         |  |                     |         |         |         |         |         |                 | Sichtkartierung |                 |         |
| Fiecht       |  |                     |         |         |         |         |         |                 |                 |                 |         |

Abb. 5: Erfassungszeiträume der 2. Kartierung mittels Horchboxen. Die grün markierten Bereiche sind die von den Horchboxen aufgezeichneten Nächte. Die Felder „Sichtkartierung“ beziehen sich auf die Nächte, in denen die kartierende Person mehrere Stunden vor Ort war und mithilfe von Spektiv und Wärmebildkamera nach Uhu-Individuen gesucht hat

|            |  | 3. Kartierdurchgang |         |         |                 |         |         |         |         |         |
|------------|--|---------------------|---------|---------|-----------------|---------|---------|---------|---------|---------|
|            |  | Ende April          |         |         |                 |         |         |         |         |         |
|            |  | 22. Apr             | 23. Apr | 24. Apr | 25. Apr         | 26. Apr | 27. Apr | 28. Apr | 29. Apr | 30. Apr |
| Gnadenwald |  | Sichtkartierung     |         |         |                 |         |         |         |         |         |
| Vomp       |  | Sichtkartierung     |         |         | Sichtkartierung |         |         |         |         |         |

Abb. 6: Erfassungszeiträume der 3. Kartierung mittels Horchboxen. Die grün markierten Bereiche sind die von den Horchboxen aufgezeichneten Nächte. Die Felder „Sichtkartierung“ beziehen sich auf die Nächte, in denen die kartierende Person mehrere Stunden vor Ort war und mithilfe von Spektiv und Wärmebildkamera nach Uhu-Individuen gesucht hat

### Einstellungen und Aufhängung der Aufnahmegeräte

Die verwendeten Audiogeräte “Song Meter Mini 2” kombinieren die Eigenschaften von kleinen, handlichen Geräten mit aufgesetzten Mikrofonen für eine qualitativ gute Aufnahmeleistung. Für die Aufnahmen wurden SDHC-Karten und wiederaufladbare NiMH-Mignon-Akkus verwendet. Nach ersten Tests und in Anlehnung an die Masterarbeit von Büschges (Büschges, 2022) ergaben sich folgende Einstellungen für die Aufnahmegeräte: Der Gain, der zur Verstärkung von Signalen dient, wurde auf 18 dB und die Samplerate auf die Standardeinstellung von 24.000 Hz eingestellt. Die Samplerate bestimmt den Frequenzbereich, den das Audiosignal erfassen kann, wobei sie mindestens doppelt so hoch sein sollte wie die höchste Frequenz im aufgenommenen Signal. Eine höhere Samplerate führt zu einer präziseren Detailgenauigkeit und einer verbesserten Wiedergabe des ursprünglichen Audiosignals. (*Song Meter Mini 2 User Guide*, 2024)

Die Erkenntnisse aus Sticksels Untersuchung der Südbeck-Methodik (Sticksel, 2023) führten zur Erweiterung der Aufzeichnungsdauer. Der Aufnahmezeitraum erstreckte sich von 1 Stunde vor bis 5 Stunden nach Sonnenuntergang, was eine Gesamtaufnahmedauer von 6 Stunden pro Nacht ergab. Bei den Kontrollterminen (Ende April) zur Bestätigung einer Brut wurde der

Aufnahmezeitraum auf die gesamte Nacht ausgedehnt (-1 vor Sonnenuntergang bis Sonnenaufgang), um mögliche Rufe von Jungvögeln zu erfassen.

Alle Aufnahmegeräte wurden möglichst unauffällig positioniert und mittels Spanngurten und Kabelbindern an Bäumen befestigt. Die Geräte wurden bestmöglich zum mutmaßlichen Uhu-Standort ausgerichtet. Die Aufhängung erfolgte meist an Bäumen abseits der Wege, um die Boxen für Außenstehende nur schwer zugänglich zu machen. Nach den ersten Tagen der Kartierung und der ersten Auswertung wurden die Horchboxen je nach Audioqualität erneut positioniert. Wenn der Fluss zu nah und zu laut oder die Autobahn zu deutlich hörbar war, wurden die Boxen an andere Bäume verlegt, weiter entfernt von Lärmquellen und besser ausgerichtet zur Felswand.



*Abb. 7: Beispielabbildung für die Aufhängung der Horchboxen. In diesem Fall die Horchbox im Untersuchungsgebiet Martinswand*

Neben der Kartierung mittels Horchboxen wurden ein Spektiv und eine Wärmebildkamera eingesetzt, um die Kartierung durch mögliche Sichtfunde zu unterstützen.



## 2.3 Auswertungsmethodik

Für die Auswertung der Audiodateien wurde das Open-Source-Programm „Audacity“ verwendet.

Bei der Analyse der Aufnahmen wurden die Tondateien nach den charakteristischen „Uhu“-Rufen durchsucht. Dazu erfolgte zunächst eine visuelle Auswertung der einstündigen Audiodateien mithilfe eines Spektrogramms. Die Betrachtung einer jeweils 5-minütigen Aufnahmesequenz als Ganzes im Spektrogramm erwies sich als die effizienteste Methode.

Zunächst wurde der sichtbare Bereich (5 Minuten) des Spektrogramms visuell auf Lautäußerungen geprüft. Hierbei wurde nach passenden Mustern im Frequenzbereich gesucht und auf die Dauer und auf Wiederholungen bestimmter Rufmuster geachtet. Nach der visuellen Überprüfung der passenden Muster im Spektrogramm wurden die Rufe durch ein akustisches Verhören bestätigt und identifiziert.

### **Rufmuster im Spektrogramm**

Die Rufe der männlichen Uhus liegen typischerweise im Frequenzbereich von unter 500 Hz, während die der Weibchen im Bereich von über 500 Hz zu finden sind. Das Spektrogramm zeigt auf der horizontalen Achse die Zeit und auf der vertikalen Achse die Frequenzen in Hertz, wobei tiefere Töne unten und höhere Töne oben dargestellt werden. Die Farben im Spektrogramm zeigen die Stärke der akustischen Aufnahmen an: Intensive Farben repräsentieren laute, starke Rufe, während schwache Farben eine geringere Lautstärke bedeuten. Bei Rufen aus großer Entfernung sind klare Frequenzstufen oft nur schwer erkennbar.

Die folgenden Abbildungen 9 bis 11 zeigen beispielhafte Spektrogramme aus der Kartierung 2024.

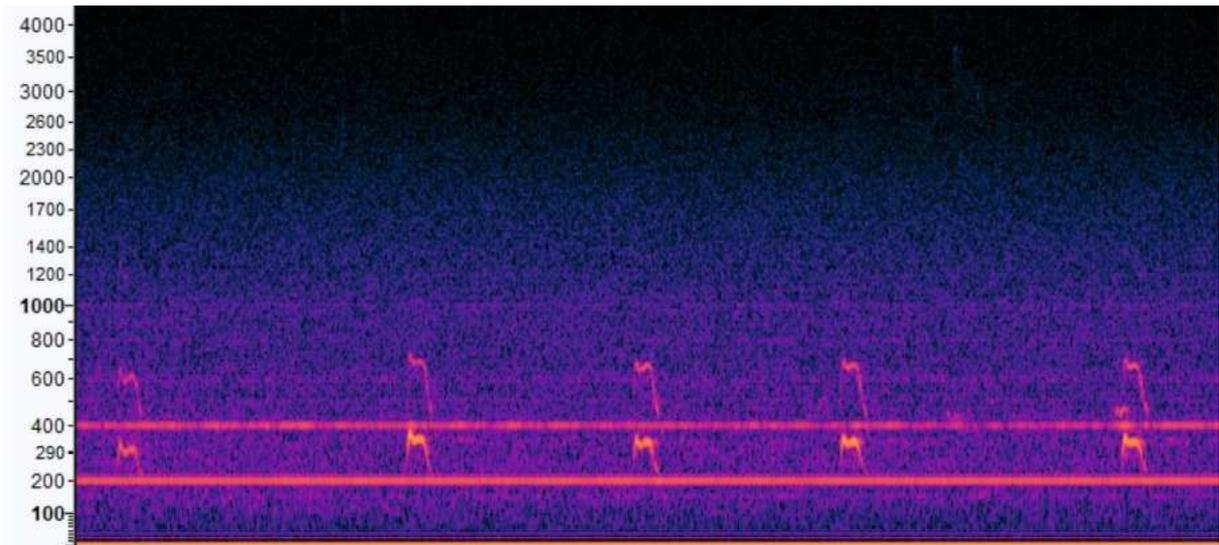


Abb. 8: Ausschlag eines männlichen „Uhu“-Rufes in einem Frequenzbereich unter 500 Hz und klar erkennbaren Obertönen

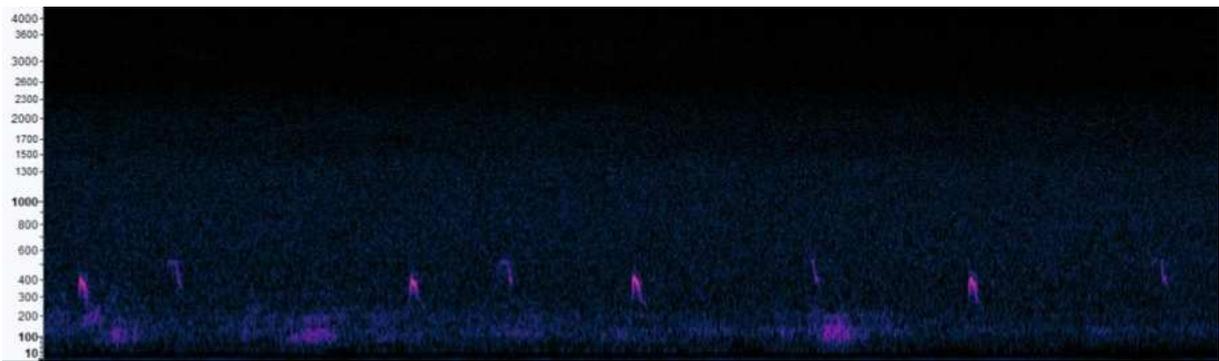


Abb. 9: Ausschlag eines Ruf-Duettes eines Uhu-Paar – Rufaktivität von Männchen (Frequenz unter 500 Hz) und Weibchen (Frequenz über 500 Hz und weniger deutlich) sichtbar

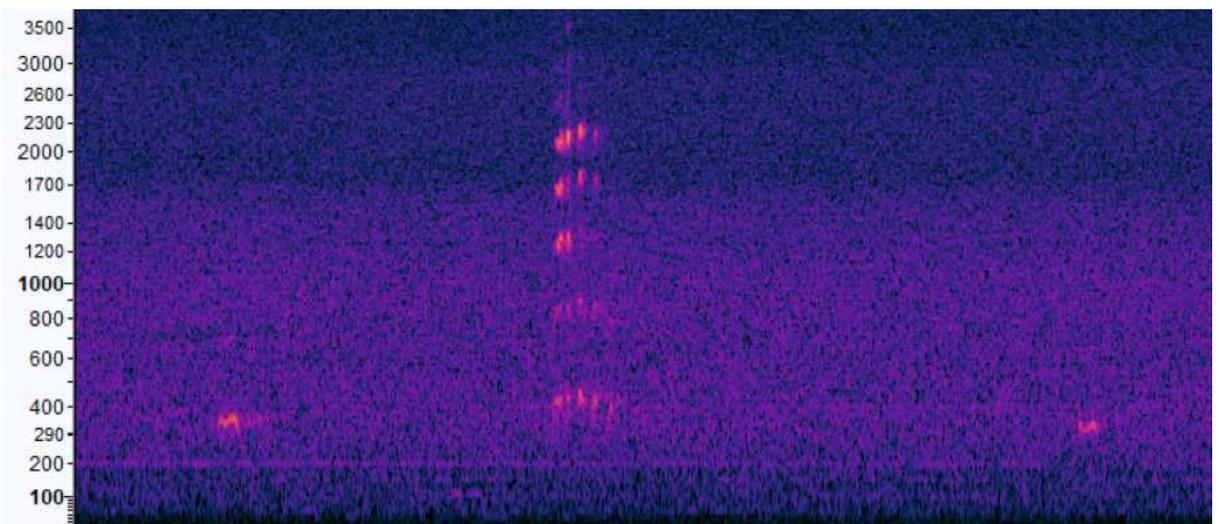


Abb. 10: Ausschlag eines „devil's cackles“-Rufes



Die Rufe von Jungvögeln, am häufigsten Bettelrufe, äußern sich durch ein rauhes, kratzendes "chwätch". (Svensson et al., 2023) Diese sind besonders bei weit entfernten Nestern im Spektrogramm kaum identifizierbar.

### **Auswertung erfasster Daten**

An allen Standorten zusammen und im gesamten Erfassungszeitraum wurden annähernd 476 Stunden Tonaufnahmen ausgewertet. Bei der Auswertung der Audioaufnahmen wurden verschiedene Parameter berücksichtigt: Ruf/Gesang des Männchens und Weibchens, Warnrufe (Devil's Cackles), Rufaktivität der Jungvögel, aber auch anderer Vogelgesang und Nebengeräusche wie Regen, Wind und Lärm. Die Angaben erfolgen in Minuten pro Stunde, wobei jede Zeile eine Beobachtungsstunde mit Standort und Datum der Aufnahme angibt. Zur Nachvollziehbarkeit befinden sich detaillierte Excel-Listen mit den aufgenommenen und ausgewerteten Daten im Anhang.

Mit Hilfe dieser Auswertung lassen sich im späteren Verlauf Aussagen zum Uhu-Bestand im Naturpark Karwendel treffen.



## 3. Forschungsergebnisse

### 3.1 Ergebnisse der Kartierung

Die Auswertung der Ergebnisse gestaltete sich unkompliziert, da die Uhu-Rufe leicht zu identifizieren waren und keine anderen Tiergeräusche die Aufnahmen störten. Mit dem Einsetzen der Dämmerung hörten Singvögel auf zu singen, während der Ruf des Waldkauzes in der Nacht zu hören war, sich jedoch deutlich von den Rufen des Uhus unterscheiden ließ. Da alle Standorte nah am stark frequentierten Inntal liegen, waren zahlreiche Nebengeräusche zu verzeichnen: Flugzeuge, Motorräder, Autoverkehr und Sirenen waren deutlich zu hören. Die Schallreflexionen an den Felswänden verstärkten diese Störungen zusätzlich, und bestimmte Windrichtungen konnten die Lautstärke der Nebengeräusche weiter erhöhen.

#### **Zusammenfassung der Ergebnisse**

Die Bestandserfassung ergab, dass insgesamt 2 Uhu-Paare in 2 der 6 untersuchten Reviere identifiziert wurden. Über den gesamten Untersuchungszeitraum hinweg betrug die Rufaktivität der Uhus etwa 9 Stunden. Davon wurden im Untersuchungsgebiet Vomp 6,67 Stunden erfasst, während es im Standort Gnadenwald nur 2,38 Stunden waren. An den anderen Standorten (Ehnbachklamm, Martinswand, Absam, Fiecht) wurde keine Uhu-Rufaktivität registriert.

Die am 12., 13. und 14.03. sowie am 22.04. durchgeführten Sichtkartierungen in Vomp, Gnadenwald, Martinswand und in der Ehnbachklamm verliefen ergebnislos. Am 25.04 konnten 2 Uhus in Vomp gesichtet werden.

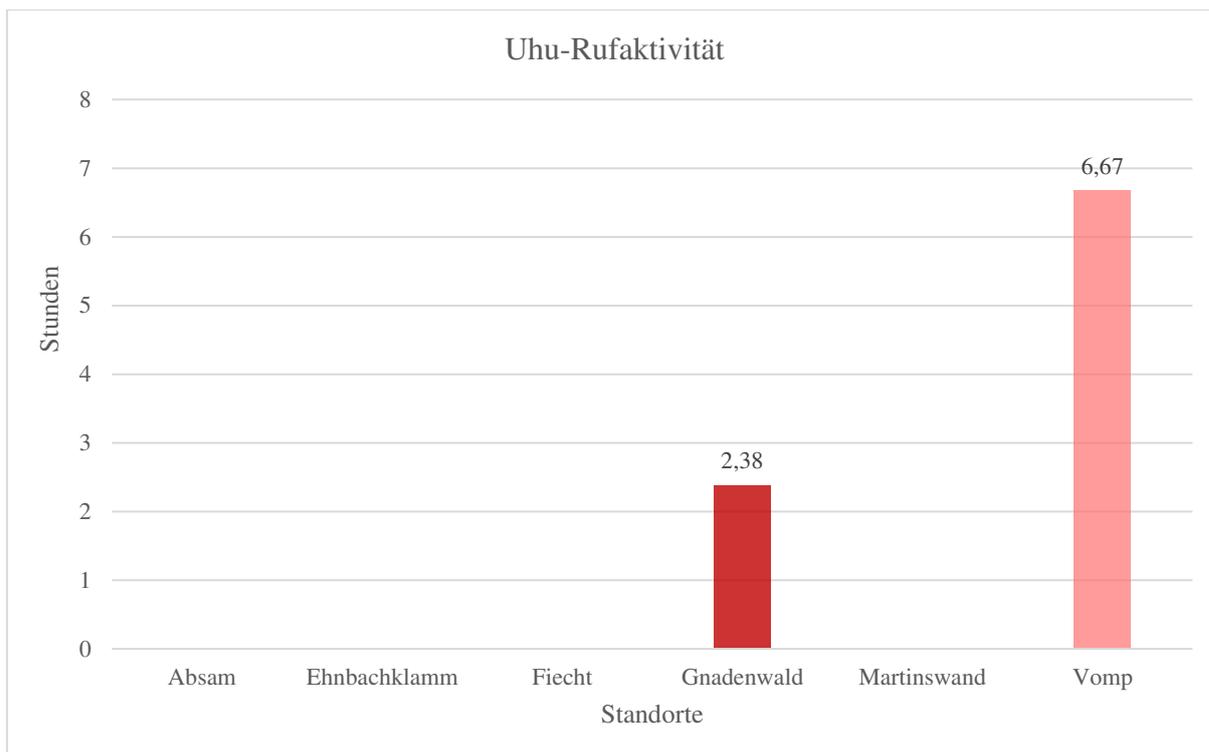


Abb. 11: Uhu-Rufaktivität über alle Standorte über alle aufgezeichneten Nächte. Lediglich in den Standorten Vomp und Gnadewald ist Uhu-Rufaktivität hörbar

Weitere wahrgenommene Vogelarten waren Arten wie der Mauerläufer und der Kolkrabe, die typischerweise Gebirge bewohnen, andere Eulen wie der Waldkauz sowie diverse Singvögel wie das Wintergoldhähnchen, die Singdrossel, verschiedene Meisenarten, der Gimpel, der Waldbaumläufer, die Amsel, der Buchfink und das Rotkehlchen.

### Detaillierte Betrachtung der Uhu-Standorte Vomp und Gnadewald

73,7 % der gesamten Uhu-Rufaktivität über alle aufgezeichneten Nächte wurde in Vomp verhört und somit nahezu dreimal mehr als am Standort Gnadewald. Wie erwartet waren die stärksten Rufstunden um den Sonnenuntergang herum, insbesondere direkt nach Einsetzen der Dämmerung. Tiefpunkte der Uhu-Rufe lagen 6-7 Stunden nach Sonnenuntergang. Im Standort Gnadewald wurden 26,3 % der gesamten aufgezeichneten Uhu-Rufe verzeichnet, wobei die maximale Rufaktivität in der 2. – 4. Stunde nach Sonnenuntergang lag.

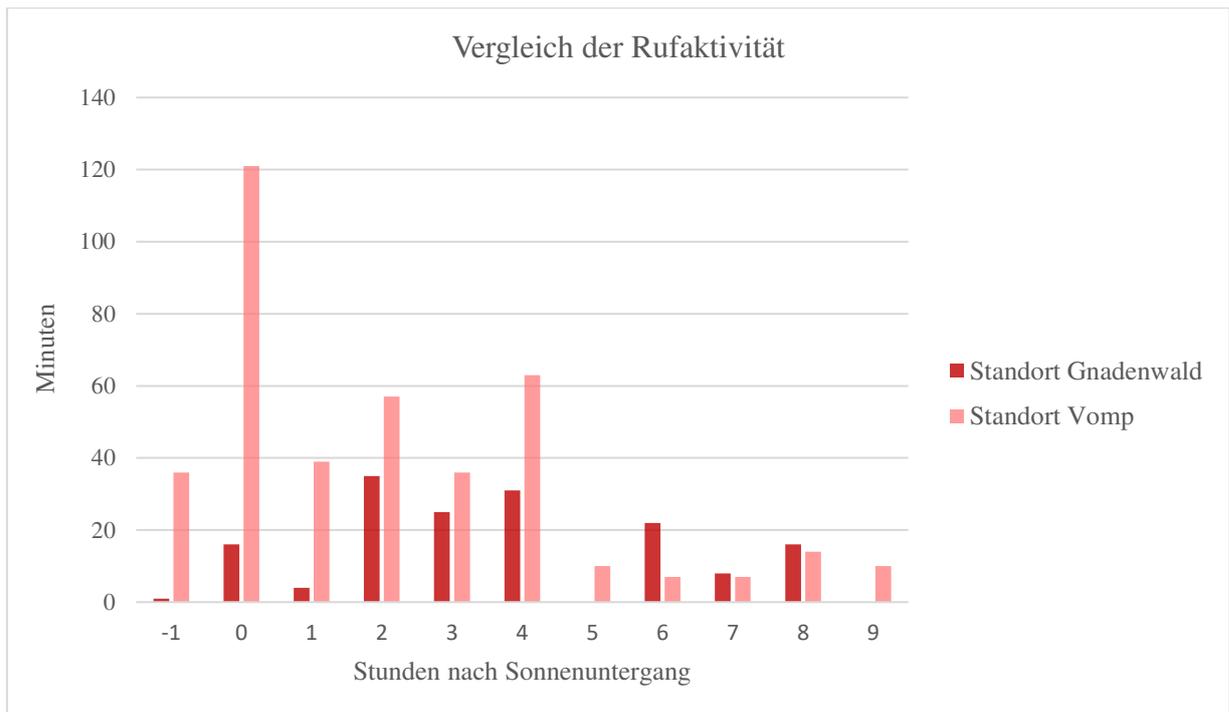


Abb. 12: Vergleich der Rufaktivität der Standorte Gnadenwald und Vomp während aller 3 Kartiertermine

An beiden Standorten war die Rufaktivität der Weibchen im Vergleich zu den Männchen geringer, wobei die der Weibchen nur etwa 20% der gesamten Rufaktivität ausmacht (Gnadenwald Rufanteil Weibchen 21%, Vomp Rufanteil Weibchen 16%).

Weitere Ergebnisse der Audio-Auswertungen beziehen sich auf die Nebengeräusche: In Gnadenwald hatte die höhere, exponierte Lage des Standortes zur Folge, dass Windgeräusche besonders laut wahrgenommen wurden. Markant war hier auch der Gesang anderer Vogelarten: In der Summe über alle aufgezeichneten Nächte ergaben sich 600 Minuten Vogelgesang, der etwa eine Stunde vor Sonnenuntergang begann und bis ungefähr 5 Stunden nach Sonnenuntergang andauerte. Etwa 3 Stunden später setzte der Gesang wieder ein. In Vomp hatten Niederschlag und Wind keinen Einfluss auf die Rufaktivität der Uhus: Trotz erhöhten Niederschlags waren die Uhu-Rufe weiterhin hörbar. Bedingt durch die geschützte Lage in der Schlucht vom Vomperbach wurden hier kaum Windgeräusche verzeichnet. Ein auffälliges Muster in beiden Standorten war das Absinken sämtlicher Geräusche auf ein Minimum zwischen 5 und 8 Stunden nach Sonnenuntergang, also um Mitternacht herum.

Es ist wichtig anzumerken, dass Nebengeräusche wie Lärm und anderer Vogelgesang natürlicherweise mit fortschreitender Zeit abnehmen. (Murphy & King, 2022) (Slater, 2000) Ebenso lässt das Rufverhalten der Uhus typischerweise um Mitternacht nach. Daher sollten diese Zusammenhänge nicht überinterpretiert werden.

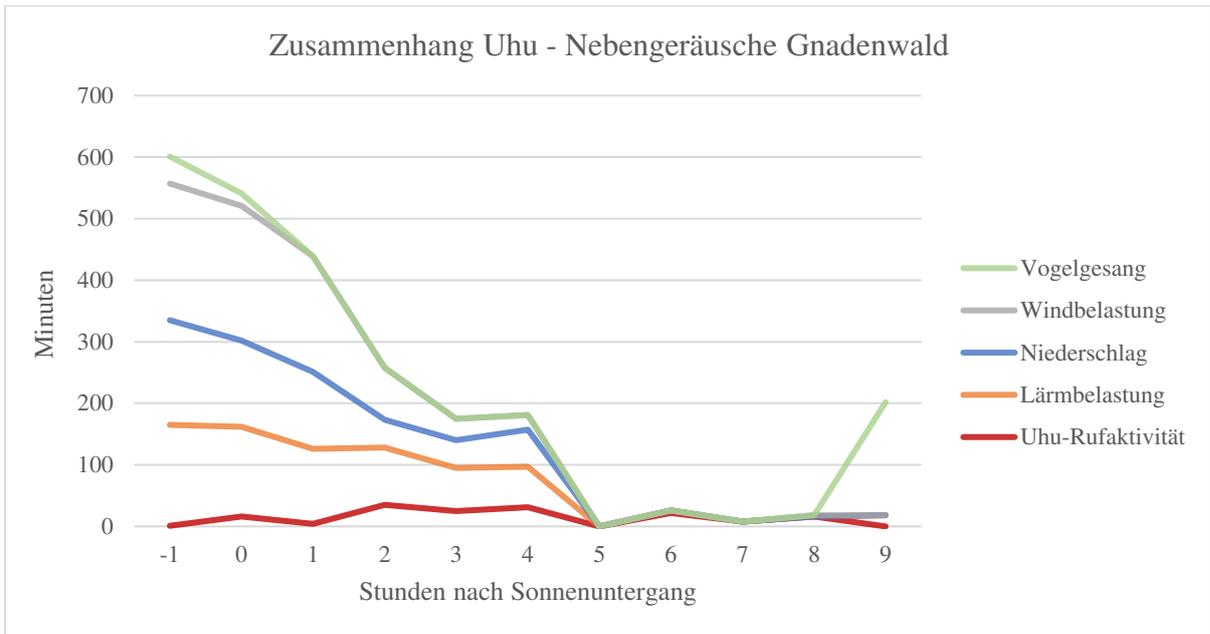


Abb. 13: Zusammenhang von Uhu-Rufaktivität mit Nebengeräuschen im Standort Gnadenswald

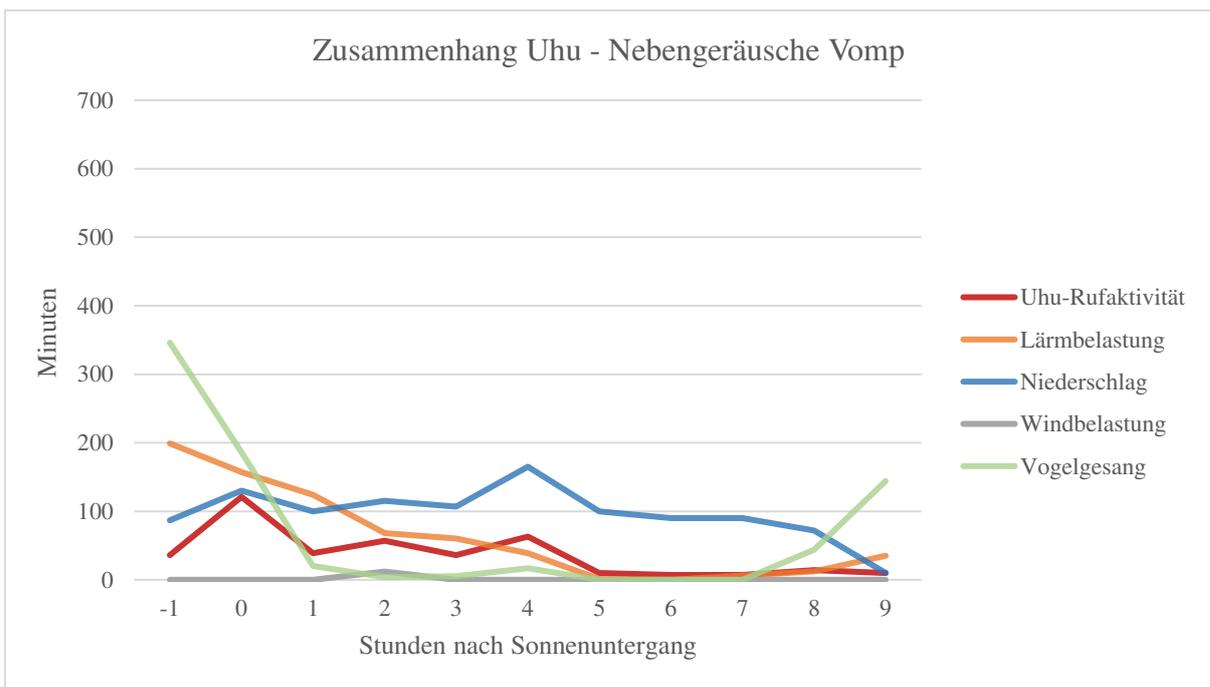


Abb. 14: Zusammenhang von Uhu-Rufaktivität mit Nebengeräuschen im Standort Vomp



### Einordnung in Brutverdacht/Brutnachweis

Für die Bestätigung einer Brut wurde der dritte Kartierdurchgang im Zeitraum vom 22. bis 26. April als Kontrolltermin durchgeführt. Es wurden ausschließlich die bereits bekannten Uhu-Reviere (Vomp, Gnadenwald) überprüft. Zu diesem Zweck wurden die Horchboxen erneut aufgehängt und die Aufnahmezeit auf die gesamte Nacht eingestellt, um die Wahrscheinlichkeit für die Erfassung von Jungvogel-Rufen zu erhöhen. Bei der anschließenden Analyse der Audioaufnahmen waren jedoch keine Rufaktivitäten von Jungvögeln feststellbar. Um die Rufe von Jungvögeln aufzuzeichnen, müssen die Horchboxen sehr nahe am Standort angebracht sein, da die Rufe zunächst noch sehr leise sind.

Mittels der Horchboxen-Kartierung lässt sich gemäß Südbecks Kriterien zur Vogelart Uhu an beiden Standorten ein Brutverdacht feststellen:

Tab. 1: Feststellung eines Brutstatus nach Südbeck

| <b>Brutstatus nach Südbeck (Andretzke et al., 2005)</b>   | <b>Standort Vomp</b>   | <b>Standort Gnadenwald</b>                                |
|---|--|---|
| <b>Kriterien Brutverdacht (wahrscheinliches Brüten)</b>   |  |   |
| zweimalige Feststellung von Reviergesang im Abstand von mindestens 7 Tagen (möglichst längerer Abstand), eine davon Mitte Februar bis Mitte Juni  | Feststellung Reviergesang am 15.02.2024 und am 13.03.2024                                      | Feststellung Reviergesang am 16.02.2024 und am 01.03.2024 |
| einmalige Feststellung von Reviergesang und eine weitere Feststellung von Reviergesang und eine weitere Feststellung eines Altvogels im Abstand von mindestens 7 Tagen, eine davon Mitte Februar bis Mitte Juni | Feststellung Reviergesang 19.02.2024 und 14.03.2024.<br>Sichtung eines Altvogels am 25.04.2024 | -   |
| einmalige Feststellung von Männchen und Weibchen (Duettgesang)  | Feststellung im 2. Kartierdurchgang am   | Feststellung im 2. Kartierdurchgang am                    |



|   | 13.03.2024, 1 Std. nach<br>Sonnenuntergang | 02.03.2024, 3 Std. nach<br>Sonnenuntergang |
|---|--|--|
| Nistplatzsuche durch Altvögel<br>(jeweils Februar bis April)                        | -  | -  |
| charakteristische Rupfungsfunde und<br>Kotflecken während der Brutperioden<br>(...) | -  | -  |
| Kriterien Brutnachweis (Sicheres Brüten)  |  |  |
| Nistplatz mit brütendem Weibchen<br>oder Jungen                                     | -  | -  |
| Fütternde Altvögel  | -  | -  |
| Bettelnde Jungvögel   | -  | -  |

Die Suche nach Hinweisen zu einem Brutnachweis/Brutverdacht wurde zusätzlich durch Sichtkartierungen mittels Spektiven und Wärmebildkameras durchgeführt. In der Nacht vom 25. auf den 26. April gelang es, ein Uhu-Paar am Standort Vomp zu sichten: Das Uhu-Männchen verließ den Estand und flog zu einem dichten Nadelgehölz am Felsen, wo es mit seinem Reviergesang begann. Kurz darauf folgte ihm das Uhu-Weibchen, jedoch ohne Rufe von sich zu geben. Wenig später flog das Männchen auf die andere Seite der Schlucht zu einem Nadelwald und dann talabwärts Richtung Inntal.



### 3.2 Ergebnisse der Habitatmodellierung

Um im Diskussionsteil der Frage nachgehen zu können „Wie unterscheiden sich die Ergebnisse der aktuellen Bestandserhebung von den bisherigen Daten und Prognosen der Habitatmodellierung?“, ist die Kenntnis der Ergebnisse der Habitatmodellierung erforderlich.

Wie bereits erwähnt basieren diese ermittelten Daten auf einer Habitatmodellierung, die im Rahmen der ornithologischen Grundlagenerhebung im Karwendel in genau denjenigen Revieren durchgeführt wurde, die auch bei der Kartierung 2024 untersucht wurden.

In das Programm MaxEnt wurden die festgestellten Uhu-Nachweise und die erstellten Habitatparameter eingespeist. Auf dieser Grundlage erfolgte die Ermittlung und flächendeckende Modellierung der Eignung des SPA Karwendel als Habitat für Uhus.

Die Auswertung der Habitatmodellierung basiert auf einer ArcGIS-Analyse (Update der Datei zuletzt im Dezember 2022): Bei der Analyse ist die relevante Attributspalte die "LNUMMER", die den Code für die Vorkommenswahrscheinlichkeit von Uhus in Prozent angibt. (Amt der Tiroler Landesregierung, Abteilung Umweltschutz, 2023) Ein Attributwert von 1 bedeutet eine Vorkommenswahrscheinlichkeit von über 20 % und bis zu 40 %. Ein Wert von 2 steht für eine Wahrscheinlichkeit von über 40 % und bis zu 60 %. Bei einem Attributwert von 3 wird mit einer Wahrscheinlichkeit von mehr als 60 % von einem Uhu-Vorkommen ausgegangen. Der Ausprägungsbereich der Vorkommenswahrscheinlichkeit reicht somit von einer Untergrenze von 1 bis zu einer Obergrenze von 3. (H. tiris Umweltschutz, persönliche Kommunikation, 6. Mai 2024)

Die Modellierung lieferte folgende Ergebnisse: In den Revieren Martinswand und Ehnbachklamm wird großflächig von einer Vorkommenswahrscheinlichkeit von 20-40 % ausgegangen. Dennoch sind kleine Abgrenzungen mit LNUMMER 2 und 3 zu erkennen. Diese befinden sich talnah und umfassen die steile Felswand der Martinswand, wo die Vorkommenswahrscheinlichkeit sogar bei mehr als 60 % liegt. Das Revier Absam ist mit LNUMMER 1 codiert, was eine Vorkommenswahrscheinlichkeit von größer 20 bis kleiner gleich 40 % bedeutet. Ebenso sind die Reviere Gnadenwald und Vomp mit LNUMMER 1 gekennzeichnet. Im Revier Vomp gibt es jedoch auch ein kleines Gebiet mit LNUMMER 2, also mit einer Vorkommenswahrscheinlichkeit von 40-60 %. Die örtlichen Grenzen dieser Habitatmodellierung entsprechen klar den Grenzen des Naturparks. Allerdings gehen die Beobachtungen aus der Kartierung 2024 im Revier Vomp leicht südlich über den Naturpark hinaus.

Da sich der Lebensraum in diesem Gebiet nicht von dem innerhalb des Naturparks unterscheidet, ist auch hier mit der LNUMMER 1 zu rechnen. Das Revier Fiecht ist ebenfalls - bis auf ein kleines Gelände mit einer Vorkommenswahrscheinlichkeit von 40-60% - großflächig mit der LNUMMER 1 eingestuft.

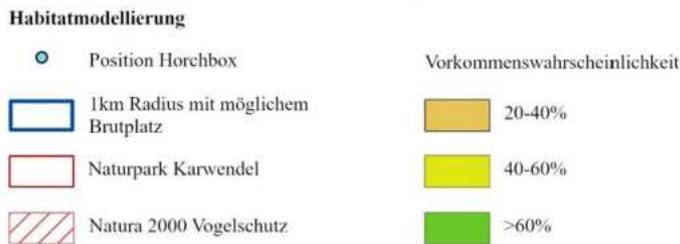
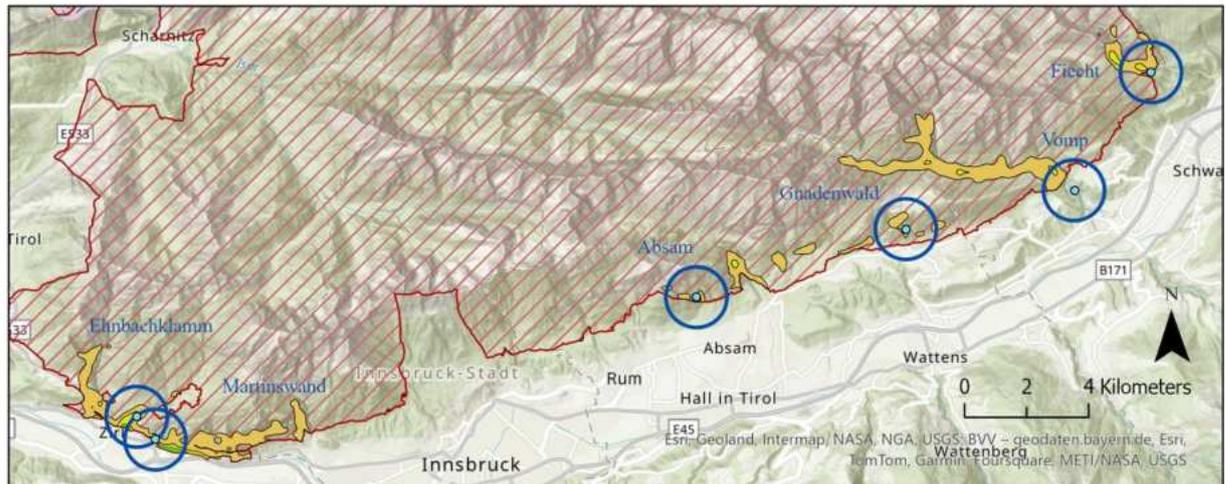


Abb. 15: Ergebnisse der Habitatmodellierung - aktuelles GIS-Modell von 2023

Zusammenfassend lässt sich festhalten: Die Mehrzahl der betrachteten Reviere weist eine Vorkommenswahrscheinlichkeit von größer 20 bis kleiner gleich 40 % auf. Von besonderer Bedeutung ist allerdings das Gebiet bei Zirl mit den Revieren Ehnbachklamm und Martinswand da es hier kleine, abgegrenzte Bereiche gibt, in denen mit größerer Wahrscheinlichkeit mit einem Uhu-Vorkommen zu rechnen ist. Generell zeigt sich, dass die Nordkette entlang des Inntals über ein großes Potenzial verfügt und viele geeignete Habitate für Uhus bietet.

Anhand dieser Ergebnisse lässt sich der folgende Vergleich zwischen den erwartbaren Vorkommen aufgrund der Habitatmodellierung und den Ergebnissen aus der Kartierung 2024 ziehen.



Tab. 2: Vergleich der Ergebnisse aus der Kartierung 2024 und der bestehenden Habitatmodellierung

| Revier       | Habitatmodellierung  | Kartierung 2024   |
|--------------|--|---|
| Ehnbachklamm | Vorkommenswahrscheinlichkeit 20-40 %<br>Talnah sogar bei über 60 %                                       | Keine Uhu-Präsenz   |
| Martinswand  | Vorkommenswahrscheinlichkeit 20-40 %<br>In der Felswand bei über 60 %                                    | Keine Uhu-Präsenz   |
| Absam        | Vorkommenswahrscheinlichkeit 20-40 %   | Keine Uhu-Präsenz   |
| Gnadenwald   | Vorkommenswahrscheinlichkeit 20-40 %   | Uhu-Sichtung<br>Gesamte Rufaktivität über alle Kartierungen 2,38 Std. |
| Vomp         | Vorkommenswahrscheinlichkeit 20-40 %<br>Kleiner Teilbereich mit Vorkommenswahrscheinlichkeit von 40-60 % | Uhu-Sichtung<br>Gesamte Rufaktivität über alle Kartierungen 6,67 Std. |
| Fiecht       | Vorkommenswahrscheinlichkeit 20-40 %<br>Kleiner Teilbereich mit Vorkommenswahrscheinlichkeit von 40-60 % | Keine Uhu-Präsenz   |



## 4. Diskussion

### 4.1 Plausibilität der Ergebnisse

#### **Plausibilität der Ergebnisse aus der Kartierung 2024**

Die Kartierung des Uhu-Bestands erfolgte unter Anwendung des etablierten und anerkannten Methodenstandards von Südbeck. Die Verwendung standardisierter Methoden wie dieser ist eine grundlegende Voraussetzung für die Generierung belastbarer und nachvollziehbarer Ergebnisse. Die Nutzung von Horchboxen zur akustischen Erfassung der Individuen ermöglicht zuverlässige Nachweise, vor allem bei Individuen mit geringer Rufaktivität. Zusätzlich wurden Hinweise zu einer verbesserten Methodik in die Kartierweise integriert: der Erfassungszeitraum wurde von 3 Stunden in 4 Nächten (Andretzke et al., 2005) auf 6 Stunden in 6 Nächten erweitert. Bei der 3. Kartierung zur Brutkontrolle vergrößerte sich der Aufnahmezeitraum sogar auf die ganze Nacht, um so die Wahrscheinlichkeit für einen positiven Nachweis von Jungvögeln zu erhöhen.

Außerdem erfolgte in diesem dritten Durchgang in Vomp eine gezielte Sichtkartierung, um die Uhu-Präsenz in diesem Gebiet auch visuell zu bestätigen.

Der Methodenstandard von Südbeck ist aus dem Jahr 2005. Seit der Veröffentlichung haben jedoch erhebliche Umweltveränderungen stattgefunden, sodass Uhus vermutlich ihre Brut- und Aktivitätsmuster angepasst haben. Die Einhaltung der von Südbeck empfohlenen Kartierzeiträume könnte daher eine potenzielle Fehlerquelle sein.

Die letzte ausführliche Uhu-Kartierung ist diejenige aus der Grundlagenerhebung; seitdem wurde kein regelmäßiges Monitoring durchgeführt. Lediglich im Revier Vomperloch wurde wiederholt in den Jahren 2021-2023 nach Uhu-Individuen geschaut. Zuletzt konnte im April 2023 ein Vorkommensnachweis erbracht werden. Die daraus resultierende Unsicherheit über den aktuellen Bestand erschwerte die Identifizierung von Uhu-Präsenz. Um eine möglichst hohe Repräsentativität der Ergebnisse zu erhalten, wurde die Untersuchung in 6 potenziellen Revieren durchgeführt. Eine verkleinerte Stichprobe hätte die Genauigkeit der Bestandsdaten beeinträchtigt und zu verzerrten oder unzuverlässigen Ergebnissen geführt.

Bei der finalen Einordnung der Ergebnisse dieser Arbeit müssen zudem weitere beeinflussende Umstände berücksichtigt werden, da die Kartierung des Uhu-Bestands vielfältigen Schwierigkeiten unterliegt: Insbesondere an traditionell besetzten Brutplätzen bei lang bestehenden Uhu-Paaren kann der Reviergesang ausbleiben; mögliche Brutfelsen konnten



aufgrund von Lawinengefahr, Gebietssperrungen und weglosem Terrain nicht begangen werden.

### **Plausibilität der MaxEnt Habitatmodellierung**

Ein Problem der Habitatmodellierung ist die Darstellung isolierter Kleinflächen mit einer hohen Eignung. Solche Gebiete müssen nicht zwangsläufig besiedelt oder genutzt werden, da Arten mit größeren Raumansprüchen wie der Uhu zusammenhängende Flächen benötigen, um ihre Lebensraumbedürfnisse zu erfüllen. Zudem kann bei der Habitatmodellierung eine räumliche Klumpung von Artnachweisen zu Verzerrungen führen. Dies ist besonders relevant bei konzentrierten Vorkommen von Arten, bei der Habitatmodellierung des Uhus spielt das aber keine Rolle. Ein wichtiger Aspekt der Habitatmodellierung ist, dass sich die Habitatqualität nicht direkt auf die Wahrscheinlichkeit des Vorhandenseins eines Revieres bezieht. Vielmehr zeigt sich, dass die räumliche Voraussageschärfe bei seltenen Arten höher ist als bei häufigen Arten, da diese spezifischere Habitatansprüche haben. (Oberwalder et al., 2014) Für die Habitatmodellierung bieten sich eine Vielzahl statistischer Verfahren an, unter anderen GLM (Generalized Linear Models) und MaxEnt (Maximum entropy modelling). Beide Verfahren unterscheiden sich in der zugrunde liegenden Datenbasis. GLM, eine häufig verwendete Regressionsmethode von Ökolog:innen, erfordert eine systematische Datensammlung. Dabei wird eine Reihe von Standorten untersucht und das Vorkommen, die Abwesenheit oder die Häufigkeit von Arten an jedem Standort erfasst. Aufgrund dieser systematischen Datenerhebung wird GLM oft als bevorzugte Variante angesehen. (Land Tirol, Abteilung Umweltschutz, persönliche Kommunikation, 6. Mai 2024) Allerdings ist MaxEnt für seine Vorhersageleistung bekannt und wird daher häufig im Naturschutz eingesetzt. (Elith et al., 2011)

Generell lässt sich sagen, dass die bestehende Habitatmodellierung für den Uhu im Naturpark Karwendel wertvolle Hinweise liefert. Jedoch ist der Uhu eine sehr anpassungsfähige Art, daher sollten die Ergebnisse nicht überinterpretiert werden.



## 4.2 Interpretation der Ergebnisse

### **Bedeutung der Ergebnisse für den Populationszustand**

Die Ergebnisse der Uhu-Kartierung 2024 im Naturpark Karwendel bieten einen Einblick in die aktuelle Situation des Uhu-Bestands. Trotz des begrenzten Erfassungszeitraums und der methodischen Herausforderungen liefern die erhobenen Daten wertvolle Informationen zur Bestandsentwicklung der Uhus in ihrem Lebensraum.

*Wie viele Uhu-Brutpaare sind aktuell im Naturpark Karwendel aufzufinden?*

Es konnten 2 Brutpaare an den Standorten Vomp und Gnadenwald sicher identifiziert werden. Das (Ruf)verhalten der Brutpaare war normal und charakteristisch, ohne erkennbaren Einfluss durch externe Faktoren: vermehrter Gesang vom Männchen, kein Zusammenhang zwischen Rufaktivität und Niederschlag, Lärm oder anderen Vogelgesängen. Die Identifizierung von Brutverdacht in den Standorten Vomp und Gnadenwald deutet auf eine gewisse Stabilität des Lebensraums hin und unterstützt die Annahme, dass der Uhu-Bestand im Naturpark Karwendel nicht akut gefährdet ist.

Allerdings verdeutlicht die geringe Anzahl der Uhus im Vergleich zu den angenommenen 9-18 Brutpaaren aus der Grundlagenerhebung eine deutliche Abnahme der Population im Naturpark Karwendel.

*Wie unterscheiden sich die Ergebnisse der aktuellen Bestandserhebung von den bisherigen Daten und Prognosen der Habitatmodellierung?*

Die Ergebnisse der aktuellen Bestandserhebung unterscheiden sich deutlich von den Prognosen der Habitatmodellierung. Diese weist alle sechs untersuchten Gebiete als geeignete Habitate aus, teilweise sogar mit hohen Vorkommenswahrscheinlichkeiten wie im Gebiet zwischen Zirl und Kranebitten, das auch bei der ornithologischen Grundlagenerhebung als besonders wichtig für den Uhu-Erhalt eingestuft wurde. Auch hier konnten bei der aktuellen Kartierung keine Uhus gesichtet werden.

Die Diskrepanz zwischen den Ergebnissen der aktuellen Kartierung und den früheren Erhebungen unterstreicht die Dynamik des Uhu-Bestands im Naturpark.

Durch die priorisierte Erhaltung des Großlebensraumes "Fels, Schutt, Gebirge" kann man allerdings erwarten, dass dieser Uhu-Lebensraum langfristig stabil bleibt. Dies kann dazu beitragen, dass sich die Uhu-Bestände in den kommenden Jahren wieder erholen und zunehmen.



Die Einschätzung, inwieweit das Uhu-Vorkommen im Naturpark von nationaler und europaweiter Bedeutung ist, kann aufgrund der geringen Zahl der ermittelten Individuen bei der aktuellen Kartierung nicht vorgenommen werden.

Die niedrige Anzahl der gesichteten Uhus unterstreicht die Notwendigkeit verstärkter Bemühungen im Monitoring und in regelmäßigen Bestandserhebungen, um längerfristige Trends und Entwicklungen genauer zu verfolgen.

### **Erklärungsansätze**

*Welche Faktoren könnten für mögliche Diskrepanzen zwischen der Habitatmodellierung und den aktuellen Bestandsdaten verantwortlich sein?*

Trotz geeigneter Habitats und der positiven Zahlen aus der Grundlagenerhebung wurde eine Reduktion der Bestände festgestellt. Im Folgenden werden Erklärungsversuche aufgeführt, warum die Ergebnisse der Kartierung unter dem Erwartbaren liegen. Es wird zum einen versucht, mögliche Ursachen für einen tatsächlichen Rückgang der Population zu finden. Zum anderen wird die Methodik der Untersuchung 2024 noch einmal kritisch hinterfragt. Es kann sich dabei nur um allgemeine Überlegungen handeln, die mit umfassenden Untersuchungen und entsprechenden Daten belegt werden müssten, was den Rahmen der vorliegenden Arbeit sprengen würde.

Eine großflächige Umgestaltung der Landschaft durch menschliche Eingriffe hat direkte Auswirkungen auf die Lebensraumsprüche der Uhus. (Scherzinger & Mebs, o. J.) So können Zuwanderungen in die nahe Großstadt Innsbruck oder auch Abwanderungen in das ländliche Umfeld der Stadt zu Baumaßnahmen führen, die sich negativ auf das Lebensumfeld der Uhus auswirken. (Land Tirol, 2023) Es könnten neue Wohngebiete entstanden sein, die zu weiterer Versiegelung der Böden führen. Im Süden des Naturparks liegt das Inntal mit der A12 und der Eisenbahntrasse, welches gleichzeitig das Jagdrevier des Uhus bildet. Durch den zunehmenden Verkehr, Straßenbaumaßnahmen und die Hochspannungsleitungen besteht eine hohe Verletzungs- und Unfallgefahr für den Uhu. Auch der Tourismus, menschliche Freizeitaktivitäten und Trendsportarten wie Felsklettern und Mountainbiken spielen eine entscheidende Rolle. So ist die Ehnbachklamm ein beliebtes Ziel für Wanderungen. Felslandschaften wie die Martinswand, die von Uhus bevorzugt werden, ermöglichen Kletternden eine abwechslungsreiche Freizeitbeschäftigung. Doch an Felsstandorten mit spezialisierten Arten sind die ökologischen Belastungen durch menschliche Aktivitäten besonders schwerwiegend. Verdichtungen durch Zustiegswege, Bohrhaken und Magnesium an



den Felswänden sowie Müllablagerungen und Lärmbelastungen sind einige der Folgen des Felskletterns. (Beck, 2022) Für empfindliche Felsbewohner wie den Uhu stellt das Klettern an Felswänden eine erhebliche Störung dar. Besonders während der frühen Brutzeit sind Uhus im direkten Bereich ihres Horstes sehr störanfällig. Auch forstliche und jagdliche Maßnahmen sowie Tätigkeiten in Abbaubetrieben können den Lebensraum der Uhus beeinträchtigen. Allerdings können sich Uhus an regelmäßige Aktivitäten, wie beispielsweise Arbeiten in Steinbrüchen, gewöhnen. (Karner-Ranner et al., 2012) Ein weiterer Faktor ist die veränderte Nahrungsverfügbarkeit. Das Nahrungsangebot wird durch die Verkleinerung anthropogen beeinflusster Nahrungsquellen wie Wildtierfütterungen, die Intensivierung und Ausräumung der Landwirtschaft sowie die hohe Belastung durch Biozide und Schwermetalle reduziert. (Ellmayer et al., 2005) Dies führt zu einem Rückgang wichtiger Beutetierarten wie Hamster, Kaninchen und Rebhuhn. (Scherzinger & Mebs, o. J.) An dieser Stelle müsste genauer untersucht werden, ob und inwieweit sich die Landnutzung in den letzten 10 Jahren gewandelt hat. Klimatische Veränderungen stellen ebenfalls eine Herausforderung dar. Änderungen im Klima können die Verfügbarkeit von Beutetieren und geeigneten Brutplätzen beeinflussen und somit die Population des Uhus negativ beeinflussen.

Zudem ist die Qualität und Aktualität der vorhandenen Habitatmodellierung von Bedeutung. Die ursprüngliche Modellierung berücksichtigt möglicherweise nicht alle Störungen wie die erwähnten Veränderungen in der Natur und die Einflüsse menschlicher Aktivitäten. Dies könnte ein Grund für die mögliche Diskrepanz zwischen der Habitatmodellierung und den aktuellen Bestandsdaten sein.

Schließlich könnten methodische Fehlerquellen bei der Kartierung eine Rolle spielen. Die Anzahl und Platzierung der Horchboxen sowie die Erfassungszeiträume könnten die Ergebnisse beeinflusst haben. Aufgrund der Schwierigkeiten bei der Erfassung von Uhus, insbesondere aufgrund der herausfordernden Geländebedingungen, Höhenlage und häufigen Schneefälle, besteht die Möglichkeit einer Unterrepräsentation dieser Art in dieser Erhebung.

### **Potenzial**

Das eigentliche Potenzial für die Uhu-Population im Naturpark Karwendel könnte also höher sein, als die aktuellen Beobachtungen vermuten lassen. Ausgewachsene Uhus haben keine tierischen Feinde und eine Lebenserwartung von deutlich über 20 Jahren. (Scherzinger & Mebs, o. J.) Bei einer Anzahl von 2 Brutpaaren und einem durchschnittlichen Bruterfolg von etwa 2-3 Jungvögeln pro Brutpaar könnten jährlich zwischen 4 und 6 junge Uhus flügge werden.



Natürliche Feinde der nicht voll flugfähigen Jungvögel sind Dachs, Marder und Fuchs. Unter Berücksichtigung einer durchschnittlichen Überlebensrate der Jungvögel und bei stabil bleibenden Bedingungen im Lebensraum wie einem ausreichenden Nahrungsangebot könnte die Population jährlich wachsen.

Die genaue Entwicklung hängt jedoch stark von den Umweltbedingungen, den Bedrohungen durch den Menschen und den getroffenen Schutzmaßnahmen ab.

### **Managementbedarf**

Angesichts der Erkenntnisse dieser Arbeit wird deutlich, dass gezielte Managementmaßnahmen erforderlich sind, um das langfristige Überleben der Uhu-Population im Karwendel zu sichern.

Grundsätzlich steht neben Artenschutzmaßnahmen und dem Schutz der Felsbiotope das Monitoring im Fokus der Aktivitäten.

Schon aus den Ergebnissen der ornithologischen Grundlagenerhebung ergab sich gleichermaßen ein Management- und Forschungsbedarf, um den Populationszustand des Uhus zu schützen und langfristig zu sichern. (Oberwalder et al., 2014) Die Grundlagenerhebung hatte wichtige Bereiche für den Managementbedarf identifiziert: „Störungsfreihaltung Brutfelsen. Beobachtung der Bestände und des Bruterfolgs und Berücksichtigung von allfälligen Veränderungen in (anthropogen beeinflussten) Nahrungshabitaten bzw. von Gefährdungsquellen.“ (Oberwalder et al., 2014)

Der klassische Artenschutz zielt darauf ab, gefährdete Arten zu schützen und ihre Bestände zu erhalten, indem die Bedrohungen reduziert werden. Gesetze auf nationaler und regionaler Ebene unterstützen diesen Ansatz, indem sie das Stören, Verfolgen, Fangen oder Bejagen von Uhus verbieten. (Scherzinger & Mebs, o. J.) Ein Ansatz zur langfristigen Entwicklung geeigneter Lebensräume besteht grundsätzlich darin, bekannte Gefährdungs- und Verlustursachen im Gelände auszuschalten. Eine konkrete Empfehlung ist daher, zunächst weitergehende Untersuchungen durchzuführen, mit deren Hilfe die Ursachen für den Rückgang der Population ergründet werden können (vgl. „Erklärungsansätze“). Aus den gewonnenen Erkenntnissen müssen dann - soweit es möglich ist - entsprechende Maßnahmen ergriffen werden.

Dazu gehört zum Beispiel die terminliche Absicherung der Brutplätze von Uhus gegen Arbeiten im Uhu-Lebensraum, die Horstbewachung, um Störungen durch Felskletternde oder Hobbyornitholog:innen zu verhindern, sowie Abstimmungen bei Forstmaßnahmen und die



Reduzierung von Risikofaktoren in der Landschaft, wie die Umgestaltung von Hochspannungsmasten. (Scherzinger & Mebs, o. J.)

Eine strengere Überwachung der Verhaltensregeln für Wandernde und Kletternde besonders in den Uhu-Lebensräumen und zu Zeiten der Paarung und Brut müsste ebenfalls angestrebt werden.

Die Artenschutzempfehlungen aus der Artenschutzstudie vom Naturpark Karwendel betonen zum Schutz der Felsbewohner den Schutz und Erhalt der Brutfelsen in guter Qualität sowie die Aufrechterhaltung einer günstigen Nahrungsversorgung in der Nähe der Horststandorte. (Sonntag et al., 2020). Dazu ist es notwendig, die Habitats regelmäßig zu kontrollieren und Felslebensräume gegebenenfalls auch zu sanieren. Es muss kontinuierlich ermittelt werden, ob neue Ruhezone, in denen ein ganzjähriges Betretungsverbot gilt, geschaffen oder bestehende verlegt werden müssen. Es könnten ebenfalls Sperrzone mit zeitlicher Befristung eingerichtet werden.

Außerdem ist die Entwicklung und Einhaltung von Leitlinien zum naturverträglichen Klettern ebenso notwendig wie eine umfangreiche Information der Besucher:innen des Naturparks.

Es ist wichtig, Monitoringprogramme wie diese kontinuierlich fortzusetzen und auszubauen. Nur durch regelmäßige und engmaschige Bestands- und Bruterfolgskontrollen in kurzen Abständen, zum Beispiel durch ein jährliches Kartieren, können Veränderungen frühzeitig erkannt werden. Es sollte auch in Betracht gezogen werden, den Kartierzeitraum auf einen erweiterten Erfassungszeitraum von Mitte Januar bis Ende Juli auszudehnen, um möglichen Einflüssen durch den Klimawandel Rechnung zu tragen. Diese vorgeschlagenen Maßnahmen verursachen natürlich einen großen Mehraufwand – nicht nur in Bezug auf die technische Ausstattung und den personellen Einsatz.

Es müsste eruiert werden, inwieweit alternative Monitoringmethoden benutzt werden könnten, die bei gleicher Erfassungsschärfe und Aussagekraft weniger Aufwand benötigen. Man könnte auch überlegen, engagierte Ehrenamtliche für die Bestandserhebungen zu gewinnen.

Durch die gleichzeitig damit verbundene, gezielte Öffentlichkeitsarbeit und Zusammenarbeit kann das Bewusstsein für den Schutz dieser Art gestärkt werden. Die Sensibilisierung und Aufklärung von lokalen Interessengruppen und Behörden über die Bedürfnisse und Gefährdungen des Uhus sind essenziell.



Letztendlich sollte aber auch eine neue Habitatmodellierung erstellt werden, um mit diesen aktualisierten Daten die Ergebnisse aus der Bestandserfassung besser und sicherer beurteilen zu können.

### 4.3 Schlussfolgerungen und Reflexion

Zusammengefasst lässt sich sagen, dass die geringere Anzahl der Uhus im Vergleich zu den Erwartungen aus der Grundlagenerhebung und der Habitatmodellierung auf verschiedene methodische und ökologische Herausforderungen zurückzuführen ist. Die Unterschiede zwischen den Modellierungsdaten und den Kartierungsergebnissen bestätigen, dass weitere Kartierungen und Datenerhebungen in den kommenden Jahren unerlässlich sind. Insbesondere regelmäßige und langfristige Überwachungen sind erforderlich, um Trends und Veränderungen des Uhu-Bestands im Naturpark Karwendel zu erkennen. Regelmäßige Forschungen zur Nahrungsverfügbarkeit und zu den Auswirkungen der Landnutzungsänderungen werden wichtig bleiben. Angepasste Managementmaßnahmen sollten darauf abzielen, die Bedingungen in den als geeignet eingestuften Gebieten zu verbessern, um das Potenzial des Naturparks voll auszuschöpfen und so die Uhu-Population zu maximieren und langfristig zu sichern. Maßnahmen zur Reduzierung von Gefahren sowie Minimierung menschlicher Störungen sind entscheidend.

Das vorliegende Thema bietet viel Raum für vertiefende Untersuchungen und weiterführende Analysen. Kartierungen und Datenerhebungen im Feld bergen generell die Gefahr der Untererfassung. Insbesondere bei Arten wie dem Uhu, die sich in schwer zugänglichen Habitaten aufhalten, zeitlich und jahreszeitlich begrenzt aktiv sind und eine variierende Rufaktivität aufweisen können, ist eine vollständige Erfassung eine Herausforderung. Die präzise Verortung im Gelände gestaltet sich in Gebieten wie dem Karwendel oft schwierig, was die Genauigkeit der Daten weiter beeinträchtigen kann. Die Kartierung musste innerhalb des begrenzten Rahmens einer Bachelorarbeit und durch eine einzelne Person durchgeführt werden, was die Möglichkeiten für eine vollumfängliche Erfassung begrenzte. Trotz dieser Einschränkungen liefern die Ergebnisse wichtige Erkenntnisse und legen den Grundstein für weiterführende Studien und Managementmaßnahmen zum Schutz des Uhus im Naturpark Karwendel.



## V. Literaturverzeichnis

- Amt der Tiroler Landesregierung, Abteilung Umweltschutz. (2023, Februar 21). *Land Tirol—Tiris Geoportal. Metadatenkatalog für Geodaten.* <https://metadata.geoportal.at/tiris/catalog/search/resource/details.page?uuid=%7bFBD24AFA-41D1-4A78-8B52-748D350FCC6A%7d>
- Andretzke, H., Schikore, T., & Schröder, K. (2005). Artsteckbriefe. In *Methodenstandard zur Erfassung der Brutvögel Deutschlands* (5000. Aufl.).
- Beck, S. (2022). *Das Spannungsfeld Felsklettern und Naturschutz—Ein Ansatz zur Entwicklung nachhaltiger Besucherlenkungsstrategien am Beispiel Naturpark Karwendel* [Masterarbeit].
- Berg, H.-M., Ranner, A., Suanjak, M., Albegger, E., Brader, M., Dvorak, M., Khil, L., Probst, R., Teufelbauer, N., Ulmer, J., Weigl, S., & Zinko, S. (2021). *Artenliste der Vögel Österreichs*. Avifaunistische Kommission Österreich.
- BirdLife International. (2021). *European Red List of Birds 2021*. Publications Office of the European Union.
- Büschges, U. (2022). *Bestandsaufnahmen bei Greifvögeln und Eulen mit autonomen Tonaufnahmegeräten am Beispiel von Habicht (Accipiter gentilis) und Uhu (Bubo bubo) im Landkreis Freising* [Masterarbeit].
- Celis-Murillo, A., Deppe, J., & Allen, M. (2009). Using soundscape recordings to estimate bird species abundance, richness, and composition. *Journal of Field Ornithology*, 80, 64–78. <https://doi.org/10.1111/j.1557-9263.2009.00206.x>
- Elith, J., Phillips, S. J., Hastie, T., Dudík, M., Chee, Y. E., & Yates, C. J. (2011). A statistical explanation of MaxEnt for ecologists: Statistical explanation of MaxEnt. *Diversity and Distributions*, 17(1), 43–57. <https://doi.org/10.1111/j.1472-4642.2010.00725.x>
- Ellmayer, T., Dvorak, M., & Wichmann, G. (2005). Entwicklung von Kriterien, Indikatoren und Schwellenwerten zur Beurteilung des Erhaltungszustandes der Natura 2000-Schutzgüter. *Im Auftrag der neun österreichischen Bundesländer, des Bundesministerium für Land- und Forstwirtschaft, Umwelt und Wasserwirtschaft und der Umweltbundesamt GmbH, Band 1: Vogelarten des Anhangs I der Vogelschutz-Richtlinie.*
- Grava, T., Mathevon, N., Place, E., & Balluet, P. (2008). Individual acoustic monitoring of the European Eagle Owl *Bubo bubo*. *Ibis*, 150(2), 279–287. <https://doi.org/10.1111/j.1474-919X.2007.00776.x>
- Hadad, E., Malkinson, D., Yosef, R., Weil, G., & Charter, M. (2022). Importance of Mesohabitat for Nest-Site Selection in Breeding Eagle Owls (*Bubo bubo*): A Multi-Scale Model. *Diversity*, 14(6), Article 6. <https://doi.org/10.3390/d14060438>
- Hagemeyer, W. J., & Blair, M. J. (1997). The EBCC atlas of European breeding birds. *Poyser, London*, 479.
- Harms, C. (2020). *Zur Rufaktivität des Uhus *Bubo bubo* unter mitteleuropäischen Bedingungen – Lehren aus 1101 Verhörungen 2014–2018 im Raum Freiburg, Baden-Württemberg.*
- Karner-Ranner, E., Wichmann, G., & Berg, H.-M. (2012). *Horstschutz—Ein Leitfaden.* BirdLife Österreich.
- Land Tirol. (2023). *Regionsprofil—Hall in Tirol.*



- Land Tirol, Abteilung Umweltschutz. (2024, Mai 6). *Telefonat mit Florian Lehne* [Persönliche Kommunikation].
- Landmann, A., & Lentner, R. (2001). *Die Brutvögel Tirols: Bestand, Gefährdung, Schutz und Rote Liste*. Wagner.
- McGregor, P. K., & Peake, T. M. (2000). Communication networks: Social environments for receiving and signalling behaviour. *Acta Ethologica*, 2(2), 71–81. <https://doi.org/10.1007/s102110000015>
- Moning, C., König, C., & Weiß, F. (2020). Landeshauptstadt von Tirol in Österreich: Vogelvielfalt um Innsbruck. *Der Falke - Journal für Vogelbeobachter*, Heft 10.
- Murphy, E., & King, E. A. (2022). *Environmental noise pollution: Noise mapping, public health, and policy*. Elsevier.
- Oberwalder, J., Frühauf, J., Lumasegger, M., Gstir, J., Pollheimer, M., & Pollheimer, J. (2014). *Ornithologische Grundlagenerhebung im Natura 2000 und Vogelschutzgebiet Karwendel* (Endbericht). Amt der Tiroler Landesregierung, Abteilung Umweltschutz.
- Oberwalder, J., & Längert, S. (2021). *Priorisierung im grenzüberschreitenden Arten- und Biotopschutz als Basis für ein zukünftiges Naturschutz-Management*. Naturpark Karwendel.
- Penteriani, V. (2003). Breeding density affects the honesty of bird vocal displays as possible indicators of male/territory quality. *Ibis*, 145(3), E127–E135. <https://doi.org/10.1046/j.1474-919X.2003.00173.x>
- Penteriani, V., Delgado, M. M., Maggio, C., Aradis, A., & Sergio, F. (2005). Development of chicks and predispersal behaviour of young in the Eagle Owl *Bubo bubo*. *Ibis*, 147(1), 155–168. <https://doi.org/10.1111/j.1474-919x.2004.00381.x>
- RIS - Naturschutzgesetz 2005—TNSchG 2005, Tiroler—Landesrecht konsolidiert Tirol, Fassung vom 30.06.2017. (o. J.). Abgerufen 27. Mai 2024, von <https://www.ris.bka.gv.at/GeltendeFassung.wxe?Abfrage=LrT&Gesetzesnummer=20000252&FassungVom=2017-06-30>
- Scherzinger, W., & Mebs, T. (o. J.). *Die Eulen Europas—Biologie, Kennzeichen, Bestände*. Kosmos.
- Slater, P. J. (2000). *Birdsong repertoires: Their origins and use*. na.
- Song Meter Mini 2 User Guide*. (2024). Wildlife Acoustics.
- Sonntag, H., Haidegger, M., Schöpfer, & Füreder. (2020). *Artenschutz im Natura 2000-Gebiet Naturpark Karwendel—Fachliche Entscheidungsgrundlage für zukünftige Artenschutzprojekte im Naturpark Karwendel*. Naturpark Karwendel.
- Sticksel, A. (2023). *Bestandsaufnahmen von Uhus (Bubo bubo) im Landkreis Freising mit Hilfe von automatischen Tonaufnahmegeräten* [Bachelorarbeit].
- Südbeck, P., Andretzke, H., Fischer, S., Gedeon, K., Schikore, T., Schröder, K., & Sudfeldt, C. (2005). *Methodenstandards zur Erfassung der Brutvögel Deutschlands* (5000. Aufl.).
- Svensson, L., Zetterström, D., & Mullarney, K. (2023). *Der Kosmos—Vogelführer*. Kosmos.
- tiris Umweltschutz, H. (2024, Mai 6). *Telefonat mit Helmut Guglberger* [Persönliche Kommunikation].

## VI. Abbildungsverzeichnis

|          |  |    |
|----------|--|----|
| Abb. 1:  | Verortung des Naturparks Karwendel in Tirol (Land Tirol, tiris-Geoportal, Metadatenkatalog, 2023) .....  | 5  |
| Abb. 2:  | Empfehlung für die Erfassungstermine und Wertungsgrenzen für die Bestandsermittlung des Uhus. (Andretzke et al., 2005) Die Kästchen mit den Zahlen sprechen die Empfehlung für den Erfassungstermin aus. Die dunkelblauen Kästchen zeigen den Zeitraum zwischen den empfohlenen Erfassungsdekaden an, die hellblauen hingegen den erweiterten Erfassungszeitraum ..... | 11 |
| Abb. 3:  | Standorte der Tonaufnahmegерäte - Eine genaue Verortung der Uhus wurde vermieden, um Störungen auf ein Minimum zu reduzieren. Es ist anzunehmen, dass die Einstände und Horste der Uhus sich innerhalb eines Radius von maximal 1 km um die Horchboxen befinden (Land Tirol, tiris-Geoportal, Metadatenkatalog, 2023) .....  | 13 |
| Abb. 4:  | Erfassungszeiträume der 1. Kartierung mittels Horchboxen. Die grün markierten Bereiche sind die von den Horchboxen aufgezeichneten Nächte .....  | 13 |
| Abb. 5:  | Erfassungszeiträume der 2. Kartierung mittels Horchboxen. Die grün markierten Bereiche sind die von den Horchboxen aufgezeichneten Nächte. Die Felder „Sichtkartierung“ beziehen sich auf die Nächte, in denen die kartierende Person mehrere Stunden vor Ort war und mithilfe von Spektiv und Wärmebildkamera nach Uhu-Individuen gesucht hat .....                   | 14 |
| Abb. 6:  | Erfassungszeiträume der 3. Kartierung mittels Horchboxen. Die grün markierten Bereiche sind die von den Horchboxen aufgezeichneten Nächte. Die Felder „Sichtkartierung“ beziehen sich auf die Nächte, in denen die kartierende Person mehrere Stunden vor Ort war und mithilfe von Spektiv und Wärmebildkamera nach Uhu-Individuen gesucht hat .....                   | 14 |
| Abb. 7:  | Beispielabbildung für die Aufhängung der Horchboxen. In diesem Fall die Horchbox im Untersuchungsgebiet Martinswand .....  | 15 |
| Abb. 8:  | Ausschlag eines männlichen „Uhu“-Rufes in einem Frequenzbereich unter 500 Hz und klar erkennbaren Obertönen .....  | 17 |
| Abb. 9:  | Ausschlag eines Ruf-Duettes eines Uhu-Paar – Rufaktivität von Männchen (Frequenz unter 500 Hz) und Weibchen (Frequenz über 500 Hz und weniger deutlich) sichtbar .....   | 17 |
| Abb. 10: | Ausschlag eines „devil’s cackles“-Rufes .....  | 17 |
| Abb. 11: | Uhu—Rufaktivität über alle Standorte über alle aufgezeichneten Nächte. Lediglich in den Standorten Vomp und Gnadenwald ist Uhu-Rufaktivität hörbar .....   | 20 |
| Abb. 12: | Vergleich der Rufaktivität der Standorte Gnadenwald und Vomp während aller 3 Kartiertermine .....  | 21 |
| Abb. 13: | Zusammenhang von Uhu-Rufaktivität mit Nebengeräuschen im Standort Gnadenwald .....   | 22 |
| Abb. 14: | Zusammenhang von Uhu-Rufaktivität mit Nebengeräuschen im Standort Vomp .....   | 22 |
| Abb. 15: | Ergebnisse der Habitatmodellierung - aktuelles GIS-Modell von 2023 .....   | 26 |



## VII. Tabellenverzeichnis

|         |   |    |
|---------|---|----|
| Tab. 1: | Feststellung eines Brutstatus nach Südbeck .....  | 23 |
| Tab. 2: | Vergleich der Ergebnisse aus der Kartierung 2024 und der bestehenden<br>Habitatmodellierung ..... | 27 |



## VIII. Anhang



WEIHENSTEPHAN · TRIESDORF  
University of Applied Sciences

### Anhang A: Eidesstattliche Erklärung

Ann-Kathrin Krämer  
Name des Studenten/der Studentin

Prof. Dr. Christoph Maring und Prof. Dr. Julia Laube  
Name des Betreuers/der Betreuerin

Der Uhu (Bubo bubo) im Fokus - eine Bestandsaufnahme im Naturpark Kasawinkel  
Thema der Bachelorarbeit

#### Erklärung:

Ich erkläre hiermit, dass diese Bachelorarbeit selbständig verfasst, noch nicht anderweitig für Prüfungszwecke vorgelegt, keine anderen als die angegebenen Hilfsmittel benützt sowie wörtliche und sinngemäße Zitate als solche gekennzeichnet habe.

Innsbruck, 07.09.2024 A. Krämer  
Ort, Datum Unterschrift Student/in