

Horststandorte und Horstwände des Steinadlers (*Aquila chrysaetos*) in den Nördlichen Kalkalpen (Tirol, Bayern)

Andreas Mayrhofer¹ & Armin Landmann²

Abstract

Nest sites and features of nesting cliffs of Golden Eagles (*Aquila chrysaetos*) in the Northern Calcareous-Alps (Tyrol, Austria and Bavaria, Germany)

From February 1998 to December 1999 nest sites of golden eagles were studied in a 1240 km² area in the northern part of the Calcareous-Alps in Tyrol (Austria), and the marginal parts of the Bavarian Karwendel. The study area has a high population density of golden eagles (21 actual breeding territories; 17 pairs per 1000 km²) and abundant nest site availability due to the highly structured rocky landscape. In total, 90 abandoned, historic and active eyries (including 6 tree eyries) were found, and 48 nest site variables were recorded for each nest and nest site (characteristics of the cliff).

Nest sites were located between 980 and 1900 m asl, with 70 % occurring between 1200–1600 m, far below the actual tree line in the study area. Golden eagle territories in the study area had up to 13 alternate nest sites. On average 4.3 nests per territory were recorded. However, the average number of nests differed between the two sub-areas and this may have been related to differences in landscape features. Whereas the 13 territories in the high relief, alpine area of the central parts of the study area (Zentralkarwendel) contained an average of 4.7 nests, a mean of only 3.6 nests per territory was found in eight territories at the fringes of the study area (Randkarwendel), a more hilly landscape dominated by forests with fewer rocks suitable for nesting.

Between 1994 and 1999 at least 26 eyries were active (at least one nesting attempt) within the research area, 25 of those were located on rock and cliff faces. The average nearest-neighbour distance between nests active in the same year was 10.5 km (range 4.7–15.1 km). Nearest neighbour distances between nests active in the same year were lower in the Randkarwendel than in the Zentralkarwendel (7.2 vs. 11.5 km). Golden eagles in the study area preferred small (< 0.5 ha surface area) and low (mostly 25–100 m height), but highly structured bare cliffs for nesting. Most of the nests were well sheltered from weather influences and disturbance, about 60 % of cliff-nesting places in the Zentral-, and 70 % in the Randkarwendel were under overhangs. About two thirds of nest sites were exposed to the East, North and Southeast, whereas cliffs exposed to the prevailing westerly winds were avoided.

Keywords: golden eagle, *Aquila chrysaetos*, nest site selection, eyrie numbers, nest shelter.

Zusammenfassung

In den Nördlichen Kalkalpen Tirols und Bayerns (v.a. Karwendel; angrenzende Randbereiche des Wetterstein- und Rofangebirges) wurden in 21 aktuellen Revieren des Steinadlers auf einer Gesamtfläche von 1240 km² insgesamt 90 aktive oder subrezent genutzte (z.T. auch nur aus früheren Jahrzehnten bekannte) Horstplätze des Steinadlers ermittelt. An jedem Horststandort (84 Felshorste, 6 Baumhorste) wurden Charakteristika der Horstwände und der eigentlichen Horstplätze nach einem einheitlichen Schema erfasst; für 10 Horste liegen Vermessungen der Horstnischen und Horste vor. Die Horste liegen in Höhenlagen zwischen 980 und 1900 m, großteils (70 %) aber weit unterhalb der Waldgrenze, v.a. in Höhenlagen zwischen 1200–1600 m, im Mittel 234 m über der jeweiligen Talsohle. Pro Revier fanden wir im Mittel 4,3

¹ Sonnrain 5, A-5771 Leogang; E-mail: a_mayrhofer@hotmail.com

² Zoologisches Institut der Universität Innsbruck, Technikerstr. 25, A-6020 Innsbruck; E-mail: Armin.Landmann@uibk.ac.at (korrespondierender Autor)

(maximal 13) Horste, wobei die Horstzahl in den stark reliefierten Zentralteilen des Untersuchungsgebietes (UG) deutlich höher (4,7; n = 13) war als in den waldreichen und felsärmeren Randzonen (3,6; n = 8), aus denen auch ein Großteil der Baumhorste stammt. Grundsätzlich bevorzugt der Steinadler im UG kleine Felswände zur Horstanlage (65% der 84 Felshorste lagen in Wänden mit weniger als 0,5 ha Fläche und nur 25–100 m Höhe), 71 % der Felshorste lagen aber in einem Komplex mehrerer Felswände oder in größeren Wandfluchten. In den felsarmen Randbereichen des Karwendels werden kleine Einzelwände aber deutlich häufiger zur Horstanlage genutzt als im Zentralkarwendel. Die Steinadler des UG wählen offenbar sehr selektiv besonders gut vor Störungen und Witterungseinflüssen geschützte Horstwände und Horstanlageplätze innerhalb der Wände. Horstwände und Horste sind bevorzugt nach Osten und Norden gerichtet, den im UG vorherrschenden Westwetterlagen ausgesetzte Expositionen werden fast völlig gemieden. Zwei Drittel aller Felshorste des UG lagen überdies in stärker überhängenden Felswänden und waren außerdem gut überdacht.

Einleitung

Die reproduktive Fitness hängt bei vielen Greifvogelarten entscheidend von der Wahl eines optimalen Horstplatzes ab (BEZZEL et al. 1997, DONAZAR SANCHO et al. 1989, JORDANO 1981, MACLAREN et al. 1988, POOLE & BROMLEY 1988, SIDERS & KENNEDY 1996, THIOLLAY & MEYER 1978, VOGT 1978). Gerade bei langlebigen, ortstreuen Großgreifvögeln, die lange Bebrütungs- und Jungvogelentwicklungszeiten und damit eine mehrmonatige Horstplatzbindung und u.U. nicht alljährliche Reproduktion aufweisen, kann man davon ausgehen, dass die Horstplätze besonders sorgfältig gewählt werden.

Steinadler sind ausgezeichnete Nestbauer und aufgrund ihrer Größe und des frühen Brutzeitpunktes bei der Wahl des Brutstandortes selten (z.B. durch andere Arten) gezwungen, unselektiv Standorte zu wählen. Über die Horstplatzansprüche und Horstplatzwahl des Steinadlers gibt es aus vielen Teilbereichen seines riesigen holarktischen Verbreitungsgebietes Untersuchungen (z.B. BAHAT 1991, BERGO 1984, MENKENS & ANDERSON 1986, MOSHER & WHITE 1976, RITCHIE & CURATOLO 1982, SEIBERT et al. 1976, TJERNBERG 1983, WATSON & DENNIS 1984, WATSON 1997). Studien aus dem Alpenraum mit einem größeren, detaillierterem Zahlenmaterial über die Charakteristika der Horstanlage und Horstwände regionaler Steinadlerpopulationen, sind aber nach wie vor selten (z.B. STEMMLER 1955, HALLER 1982, LINK 1988, BEZZEL & FÜNFSTÜCK 1994) und fehlen aus Österreich weitgehend (s. aber ZECHNER 1995).

Im Rahmen einer INTERREG-Studie über den Steinadler im Karwendel (LANDMANN & MAYRHOFER 2001) haben wir neben Daten zur Störungsempfindlichkeit und Einbindung der Steinadlerbrutplätze in die Landschaft, auch Informationen über Merkmale des eigentlichen Horstplatzes und der Horstwände gesammelt. Die vorliegende Arbeit basiert auf Datenmaterial von 90 Horsten aus einem der vom Steinadler am dichtesten besiedelten Areale des Alpenraums; wir können damit diese Aspekte der Brutbiologie repräsentativ darstellen.

Untersuchungsgebiet

Das Untersuchungsgebiet (UG) hat eine Fläche von grob 1240 km² und liegt überwiegend in den Nordtiroler Kalkalpen. Es erstreckt sich vom östlichen Wettersteingebirge (Ehrwalder Alm) im Westen bis zur Achenseefurche im Osten und von der Inntalfurche im Süden über die bayerische Grenze bis zum Isartal im Norden. Am Ostrand wurden auch noch Randteile des Rofans mitbearbeitet, da zwei Adlerreviere auf diesen Gebirgsstock östlich der Achenseefurche übergriffen.

Aufgrund ihrer unterschiedlichen Topografie können die Reviere (Horste) des UG zwei Teilräumen zugeordnet werden: dem "*Zentralkarwendel*" (Süd-, Ost- und Zentralteile des Tiroler Karwendels inklusive Randbereiche des Wetterstein- und Rofangebirges: 13 Reviere) und dem "*Randkarwendel*" (nördliche Randbereiche im tirolisch-bayerischen Grenzraum, sowie Westrand des Karwendels entlang der Seefelder Senke: 8 Reviere).

Das stark reliefierte Zentralkarwendel weist im Vergleich zum Randkarwendel schroffere Gebirgsformen auf und ist deutlich stärker gekammert. Geologisch dominieren Muschelkalkschichten und Wettersteinkalk mit teilweise eingelagerten Rauhwacken, Dolomitgesteinen oder Buntsandsteinablagerungen. Die Gipfelhöhen liegen meist zwischen 2100 m und 2500 m, der höchste Gipfel die Birkkarspitze (2749 m) liegt im Zentrum des Karwendels zwischen Hinterau- und Karwendeltal. Das Zentralkarwendel ist sehr dünn besiedelt, größere Dörfer beschränken sich ausschließlich auf die niederen Tallagen. Im gesamten Gebiet wird Almwirtschaft betrieben (Rinder, Schafe), wobei die Schafzucht auf einige wenige Gebiete v.a. im Westen und Osten beschränkt ist. Die Jagd spielt im gesamten Untersuchungsgebiet noch eine wesentliche Rolle als Wirtschaftszweig. Eine touristische Erschließung über Schilifte und Seilbahnen ist nur stellenweise (entlang der größeren Haupttäler) gegeben, erhebliche Teile des UG sind nach wie vor ausgedehnte Ruhegebiete, wengleich Freizeitsportarten zunehmend auch in abgelegene Teilbereiche vordringen. Der Luftraum im Gebiet ist teilweise durch Hubschrauber, Motor- und Segelflugsport, sowie Hänge- und Paragleiter stark belastet.

Das Randkarwendel hat insgesamt deutlich geringere Reliefenergie, der Wettersteinkalk wird vom Hauptdolomitgestein mit dazwischen eingelagerten weichen Raiblerschichten abgelöst. Die Seehöhe variiert zwischen 750 m und 2100 m (Schafreiter). Hochalpine Aspekte mit schroffen, kahlen Felsfluren treten stärker zurück, es dominiert ein Mosaik aus Wald- und Almflächen. Dementsprechend spielen Alm- und Forstwirtschaft, aber auch die Jagd eine größere Rolle als im Zentralkarwendel. Die starke forst- und jagdwirtschaftliche Nutzung zeigt sich im erhöhten Waldflächenanteil (71 % vs. 45 %), großflächigen Kahlschlägen, einem dichten Forststraßennetz und überdurchschnittlichen Wilddichten (Details s. LANDMANN & MAYRHOFER 2001, KLEINER 2001). Auch ein Großteil des eigentlichen Randkarwendels ist unbesiedelt, größere Orte (Mittenwald, Scharnitz, Seefeld) liegen vor allem entlang der Seefelder Senke am NW-Rand des UG, einige kleinere Einzelsiedlungen (Fall, Vorderriß, Achenwald) sind auf wenige Haupttäler beschränkt.

In beiden Teilbereichen ist die Fichte (*Picea abies*) die dominierende Baumart im Bergwald. In den Tallagen des Gebietes stocken v.a. Buchen / Tannen-Mischwälder mit hohem Fichtenanteil und gegen das Inntal zu auch Kiefernwälder. Die Tanne (ein beliebter Horstbaum) ist in den feuchten nördlichen Staulagen häufiger als im Zentralkarwendel. Die Baumgrenze liegt zwischen 1600 m im Randkarwendel und 1800 m im Zentralkarwendel (weitere Details zu Klima, Vegetationsausstattung und Topografie s. GEORGII & ELLMAUER 2002, STÖHR et al. 1995).

Material und Methode

Steinadlerpaare haben im UG bis über 10 Horste, die wechselweise bezogen werden. Erfasst wurden nicht nur aktuell (d.h. in den letzten 10–15 Jahren) zumindest vereinzelt

genutzte, sondern auch ältere, z.T. aus der Literatur, v.a. aber nach Angaben lokaler Gewährsleute bekannte Horstplätze (Horstwände). Lässt man unsichere Horstangaben außer acht, so konnten wir im Gesamtgebiet insgesamt 90 ehemalige oder aktuelle Horststandorte (inklusive Baumhorste) eruieren; davon entfallen 54 auf das Tiroler, 18 auf das bayerische Karwendel und 18 auf angrenzende Gebiete im Seefelder-Scharnitzer Raum, dem Wetterstein- und Rofangebirge. Von diesen 90 Horsten waren allerdings 1998 20 nicht mehr (Horstabsturz) und 12 nur mehr in Fragmenten vorhanden. Allgemeine Charakteristika (z.B. Horstexposition, Horstüberdachung) waren aber von allen 90 Standorten noch zu eruieren und fließen in die Bilanzen ein.

Alle erreichbaren Horstplätze hat einer von uns (AM) zwischen 1998 und 2000 aufgesucht. Vor Ort oder nachträglich über Auswertung von Horstwandfotos, z.T. auch an Hand topografischer Karten (Alpenvereinskarte 1: 25.000) haben wir Horst- und Horstwandcharakteristika nach einem einheitlichen Schema aufgenommen. Die 48 Variable umfassende Erhebungsliste (vgl. LANDMANN & MAYRHOFER 2001) enthält neben den hier analysierten Charakteristika des Horstes (Horstmaße, Horstexposition, Horstüberdeckung, Lage in der Wand) und der Horstwand (Wandexposition, Wandgröße, Wandbewuchs), auch Merkmale der weiteren Horstumgebung (Reliefindices, Distanzen zu Jagdflächen u.ä.) und Parameter, die Hinweise auf Störkonflikte liefern können (z.B. Distanzen zu Forststraßen, Seilbahnen etc.), die aber späteren Auswertungen vorbehalten sind.

Das Auffinden einer größeren Zahl von Steinadlerhorsten in einem so großen und z.T. schwer zugänglichem Gebiet wie dem Karwendel ist ein aufwendiges Puzzlespiel, bei dem mit eigener Feldarbeit nur kleinere Teile des Musters zu eruieren sind, so dass ein möglichst weites Spektrum anderer Quellen, das von Ortsnamen aus älteren Literaturangaben, bis hin zu lokalen Gewährsmännern (v.a. Jagdorgane) reicht, herangezogen werden muss.

Ergebnisse

Horstzahl, Horstdichte (Horstdistanzen)

In den 21 näher untersuchten Steinadlerrevieren des UG eruieren wir im Mittel 4,3 Horste. Die beiden Teilgebiete unterschieden sich tendenziell in der Horstzahl. Im reich zerklüfteten "Zentralkarwendel" (mit Wettersteingebirge) war nicht nur die mittlere Zahl der Horste pro Revier (4,7) höher, aus diesem Gebiet gibt es auch die größten Einzelwerte (maximal bis zu 13 Horste inklusive historischer Standorte) pro Revier. In den stärker vom Wald dominierten Randlagen konnten nur in einem Revier 10 Horste, in allen anderen Revieren aber nur 1 bis 4, im Mittel 3,6 Horste ermittelt werden (Abb. 1).

Die Abstände gleichzeitig beflogener Horste benachbarter Paare lagen 1998 im UG zwischen 4,7 und 15,1 km, im Mittel bei 10,7 km (n = 5) und 1999 zwischen 6,3 und 15,1 km, Mittel 10,3 km (n = 5).

Der Abstand zwischen den einzelnen beflogenen Horsten im Zentralkarwendel (n = 6) betrug im Untersuchungszeitraum (1998/99) im Mittel 11,5 km, im Vergleich zum Randkarwendel (n = 3) mit nur 7,2 km mittlerer Horstdistanz (1999), die Unterschiede waren aber statistisch nicht signifikant (t-Test, df = 7, t = 1,85).

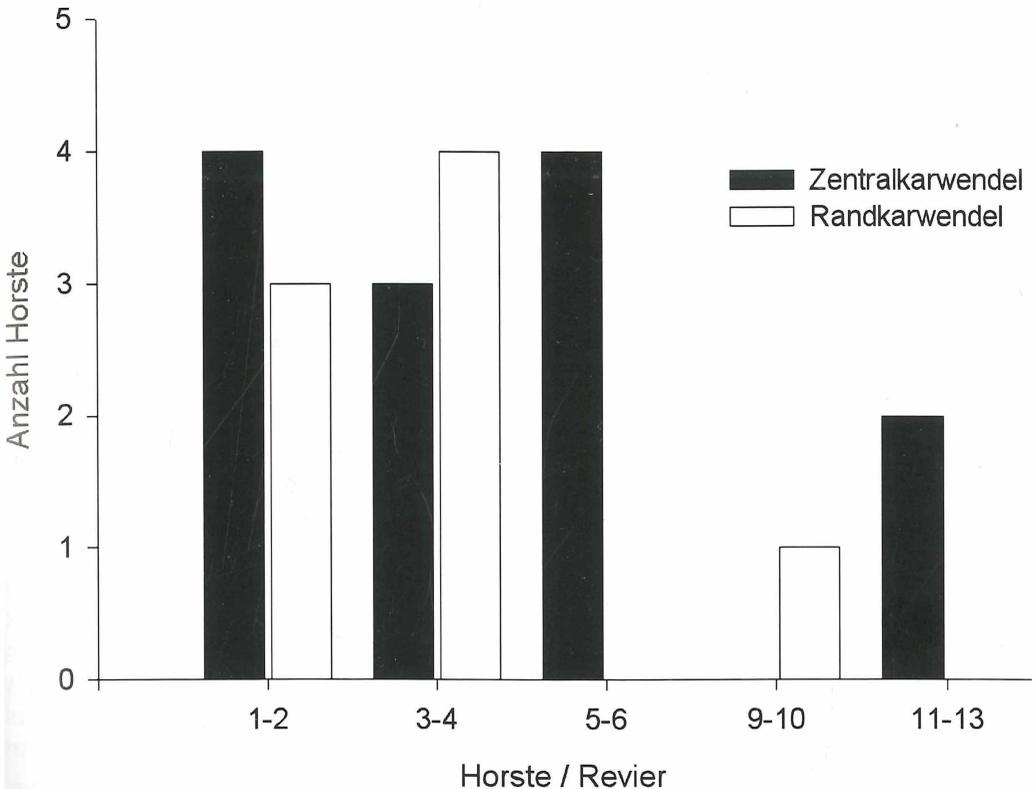


Abb. 1: Häufigkeitsverteilung der Horstzahlen pro Revier in den zwei landschaftlich unterschiedlichen Teilbereichen des Untersuchungsgebietes.

Fig. 1: Number of Golden Eagle nests per territory in the two parts of the investigation area differing in their landscape settings (see text).

Höhenverteilung

Die Steinadlerhorste des UG liegen in Höhenlagen zwischen 980 m und 1900 m NN. Insgesamt fanden sich aber etwa zwei Drittel aller Horste in der oberen Montan- und unteren Subalpinstufe zwischen 1200–1600 m (Abb. 2).

Naturgemäß liegen die Horste in den niederen Randlagen etwas tiefer als im Zentralkarwendel. Im direkten Vergleich werden im Randkarwendel Höhenlagen unter 1200 m signifikant häufiger zur Horstanlage gewählt, als im Zentralkarwendel (4-Felder- χ^2 -Test, $\chi^2 = 13,97$; $p < 0,001$; vgl. Abb. 2).

Die Höhe des Horstes über dem Talgrund des jeweiligen Taltyps (Haupt-, Seitental oder Klamm / Schlucht) variierte von 40 bis 640 m. Dabei befanden sich die Horste im Mittel 234 ± 126 m ($n = 90$) über der jeweiligen Talsohle. Zwischen dem Zentral- und Randkarwendel gab es dabei keine signifikanten Unterschiede (Zentralkarwendel: $n = 61$ im Mittel 247 ± 125 m, Randkarwendel $n = 29$, 206 ± 126 m über der Talsohle).

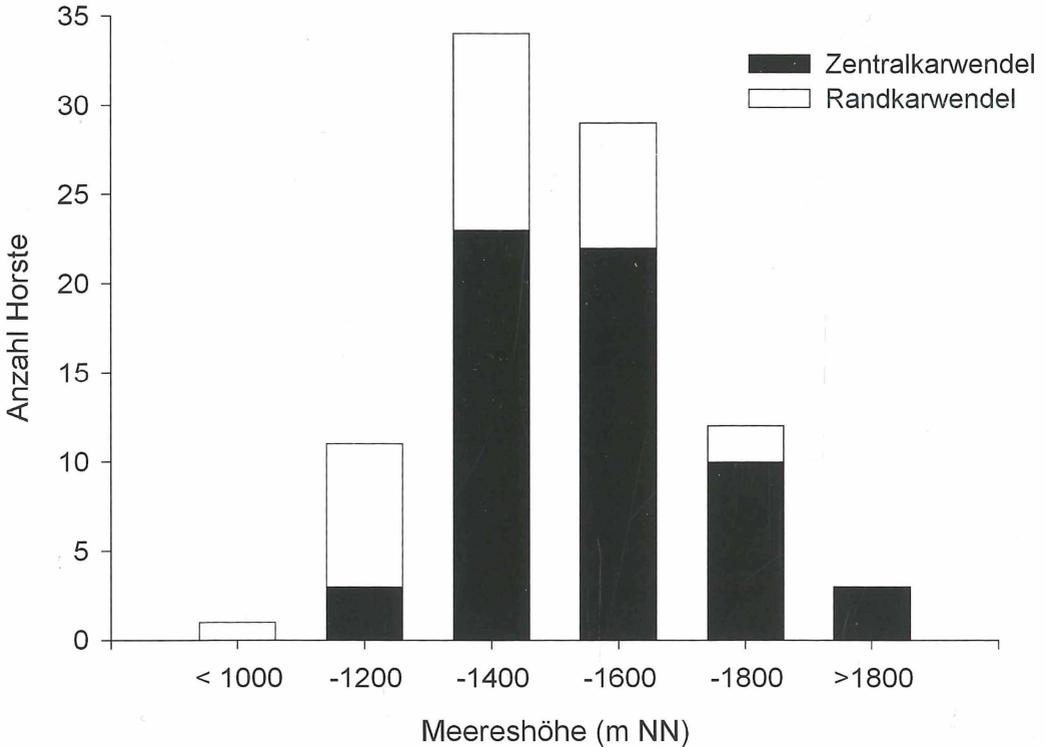


Abb. 2: Verteilung der 90 Horste über einzelne Höhenstufen in den beiden Teilbereichen des Untersuchungsgebietes.

Fig. 2: Altitudinal distribution of Golden Eagle nests in the two parts of the investigation area

Horstwand- und Horsttypologie

Geeignete Horststandorte finden sich in den Felsfluchten und Einzelfelsen des stark zerklüfteten UG zur Genüge. In Frage kommen dabei mehr oder weniger geschützte Stellen in Felsen unterschiedlicher Größenordnung und Gesteinsart, aber auch in alten Nadelbäumen, wo die Horste nahe am Stamm, meist im oberen Drittel angelegt werden.

Im Untersuchungsgebiet wurden von 1994–1999 von den 21 Revierpaaren mindestens 26 Horste zur Brut benützt (mindestens Bebrütung festgestellt), 25 dieser Horste waren Felshorste, nur in einem Fall wurde auf einem Baum (Tanne) gebrütet.

Von den 90 zwischen 1998 und 1999 insgesamt im Untersuchungsgebiet erhobenen Horsten waren 84 auf Felsen (93 %) und nur 6 (7 %) auf Bäumen (1x Fichte und 4x Tanne, wobei ein Horstbaum 2 Horste trug), errichtet.

Bemerkenswert ist, dass Baumhorste fast nur aus dem Randkarwendel bekannt wurden und dort fünf der sechs Baumhorste in einem einzigen Revier lagen. Von den sechs Baumhorsten standen drei am Fuß einer kleinen Felswand, die übrigen in bewaldeten Steilhängen und hatten 168, 176 bzw. 196 m Distanz zur nächsten Felsflur.

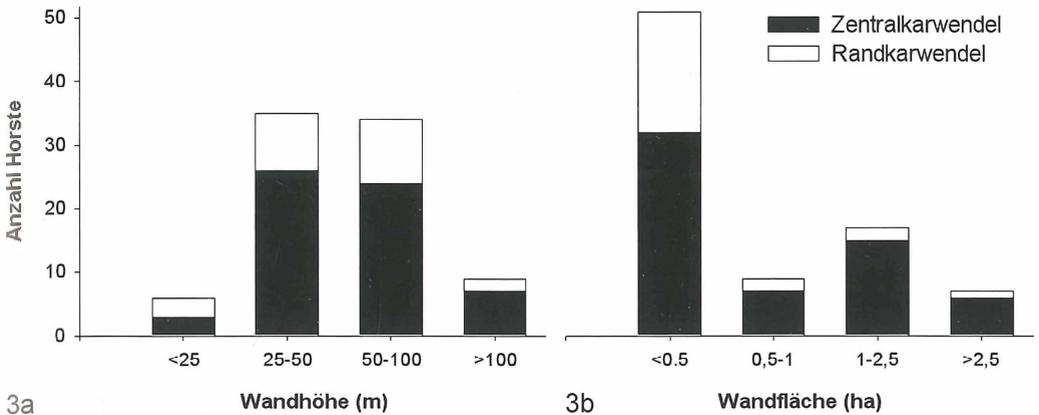


Abb. 3: Dimensionen der (a) Wandhöhe und (b) Wandfläche der vom Steinadler in den Nördlichen Kalkalpen zur Horstanlage genutzten Felswände (n = 84 Horste).

Fig. 3: Height (a) and surface area (b) of 84 nesting cliffs in two parts of the investigation area.

Die meisten Steinadlerhorste des UG fanden sich in kleinflächigen, relativ niederen Felswänden. Über 65 % der 84 Felshorste liegen (oder lagen) in einer Wand die kleiner als 0,5 ha und zwischen 25 und 100 m hoch ist (Abb. 3). Zwischen den beiden Teilbereichen (Zentral- und Randkarwendel) haben wir bezüglich der Wandhöhen und -flächen keinen signifikanten Unterschied festgestellt (Mehrfelder- χ^2 -Tests, df = 3, $\chi^2 = 1,67$ bzw. 6,82).

Ein Großteil der Felshorste (60 von 84 Fällen, 71 %) lag in einem Komplex mehrerer Felswände bzw. in größeren Wandfluchten. Bemerkenswert ist, dass neun der 24 Felshorste, die in isolierten, meist kleinen Einzelwänden angelegt waren, in unterdurchschnittlich felsarmen Revieren lagen.

In den Randbereichen des Karwendels werden Einzelwände deutlich häufiger (12 von 24 Fällen) zur Horstanlage genutzt als im Zentralkarwendel, wo die Horste überwiegend (48 von 60 Fällen, 80%) in Felskomplexen bzw. Wandfluchten angelegt werden. Die Unterschiede sind statistisch signifikant (4-Felder- χ^2 -Test, $\chi^2 = 7,56$, p < 0,01).

Bei einem Großteil der Horstwände handelt es um reicher strukturierte Felsen, die durch Vorsprünge, Abbrüche, Überhänge u.a. Unebenheiten untergliedert sind, nur 18 % (n = 15) der Horstwände waren weitgehend uniform, wiesen also eine schwache Gliederung / Strukturierung der Wand auf.

Die meisten Horstwände zeigten zumindest schütterten Bewuchs, nur zwei Horstwände waren im weiteren Horstumfeld (Aufnahmeradius: 100 m) völlig kahl! Drei Viertel (75 %; n = 63) der Brutwände waren eher spärlich mit Gras, Latschen, Sträuchern und / oder Bäumen bewachsen, immerhin ein Viertel der Horstwände (19 Fälle) war aber stark überwachsen (d.h. ≥ 50 % Deckung).

Was die Habitatainbindung betrifft, so fanden sich im felsdominierten Zentralkarwendel etwa gleich viele Horste in weitgehend bewaldetem als in waldarmen bis waldfreiem Gebiet (29 : 32 Horste), während im Randkarwendel die Horstumgebungen deutlich öfter dicht bewaldet waren (18 : 11 Horste).

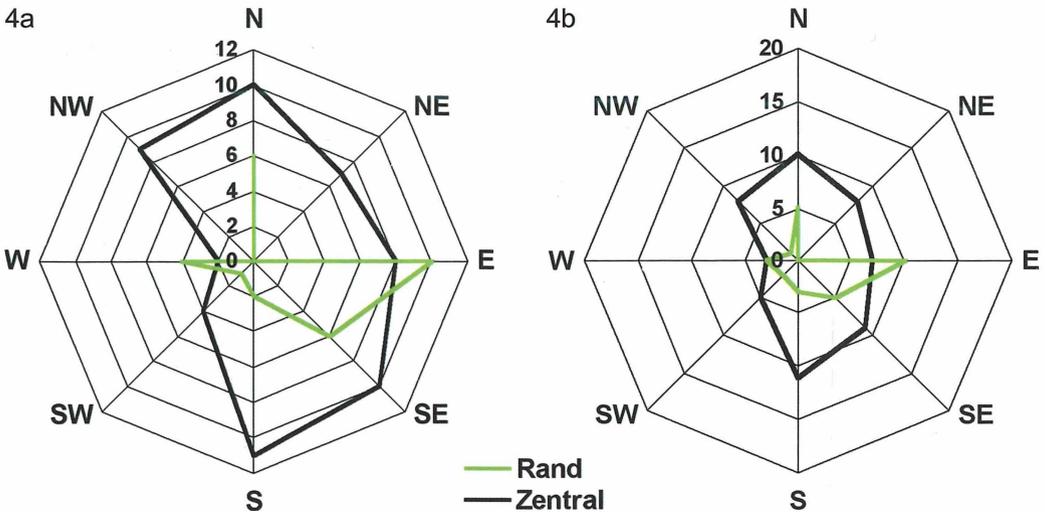


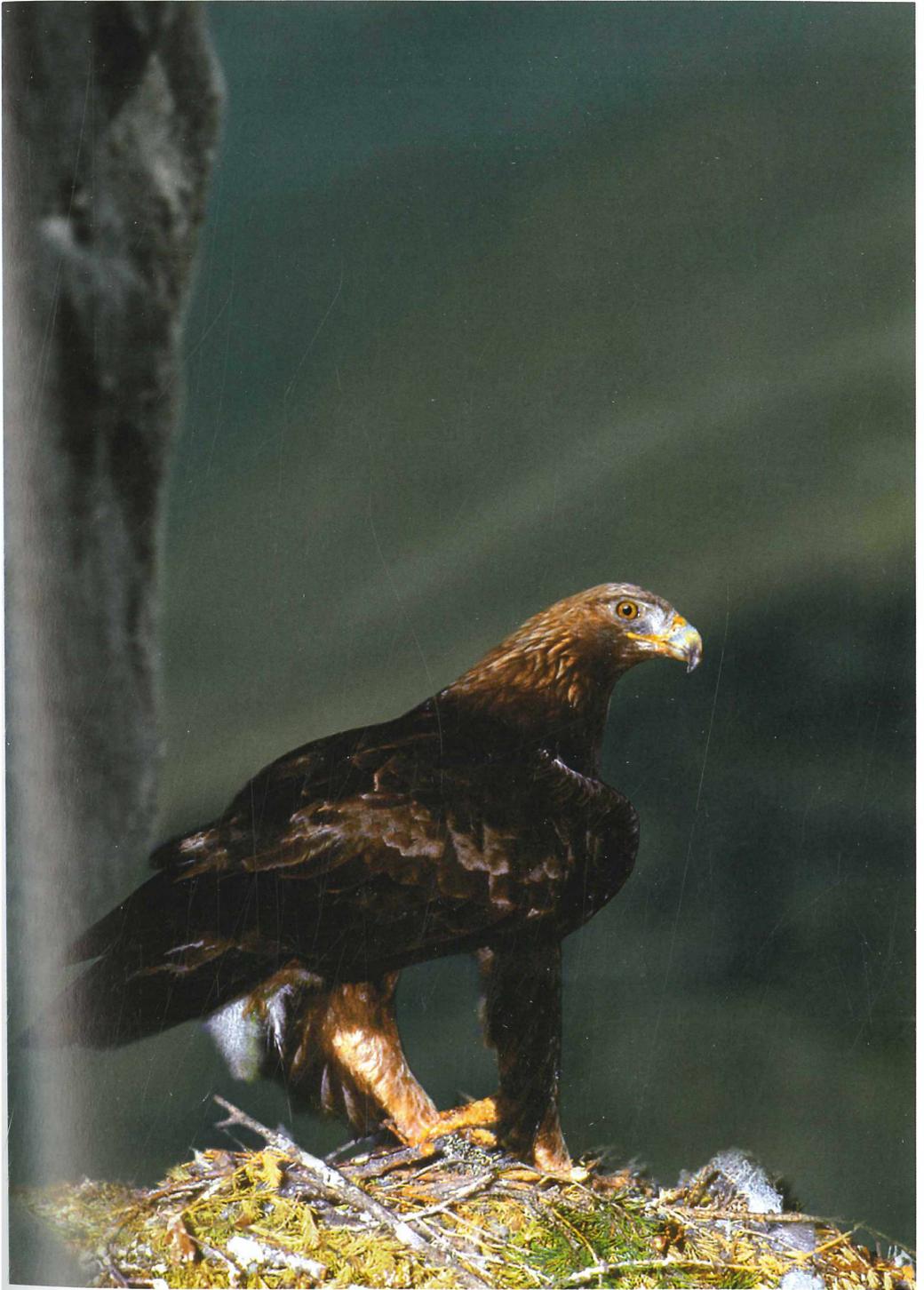
Abb. 4: Expositionen der Horstwände bzw. Horsthänge (a) und der Horste (b) des Steinadlers im Untersuchungsgebiet und seinen Teilbereichen (Zentralkarwendel: $n = 61$ Horste; Randkarwendel: $n = 29$ Horste).

Fig. 4: Exposition of Golden Eagle nesting cliffs (a) and nests (b) in two parts of the investigation area.

Horstschutz: Exposition und Profil der Horstwände, Einpassung des Horstes in die Horstwand

Sowohl die Horstwand als auch die Horste selbst waren bevorzugt nach Osten und Norden gerichtet (63 % der Wände, 60 % der Horste; $n = 90$), Westausrichtungen werden fast völlig gemieden (Abb. 4). Die Unterschiede in der Präferenz einzelner Himmelsrichtungen zwischen den beiden Teilgebieten sind nicht signifikant (Mehrfelder- χ^2 -Test, $df = 7$, $\chi^2 = 12,89$), eine leichte Bevorzugung der Ostexposition im Randkarwendel ist aber zu erkennen. Die Exposition der Horstwand und des Horstes selber differierte nur in einigen wenigen Fällen (vgl. Abb. 4a, b). Statistische Unterschiede in der Verteilung existierten nicht (gepoolte Daten beider Teilgebiete: Mehrfelder- χ^2 -Test, $df = 7$, $\chi^2 = 0,63$).

Als weiteres Maß für den generellen Schutz, den Horste vor Witterungs-, Störungs- oder Feindeinwirkungen genießen, haben wir Horstwände und Horste nach dem Ausmaß des Horstwandüberhanges (bis 60, - 80, - 90 und >90 % der Wandfläche überhängend) und dem Ausmaß der Horstüberdachung (Felsbarriere oder Felssims direkt über dem Horst: fehlend – klein – mittel oder groß) in vier Klassen unterteilt: schlecht, mittel, gut bis sehr gut geschützt (Abb. 5). Es zeigt sich dabei, dass Steinadler offenbar großen Wert auf geschützte Horstplätze legen, denn bei zwei Dritteln aller Horstwände im UG befand sich der Felshorst in einer deutlich bis stark überhängenden Felswand und zudem waren 60 % der Horste im Zentralkarwendel und 70 % der Horste im Randkarwendel gut bis sehr gut überdacht (Abb. 5). Statistische Unterschiede zwischen beiden Gebieten gab es nicht.



Steinadler (*Aquila chrysaetos*). Foto: J. Zmölzig

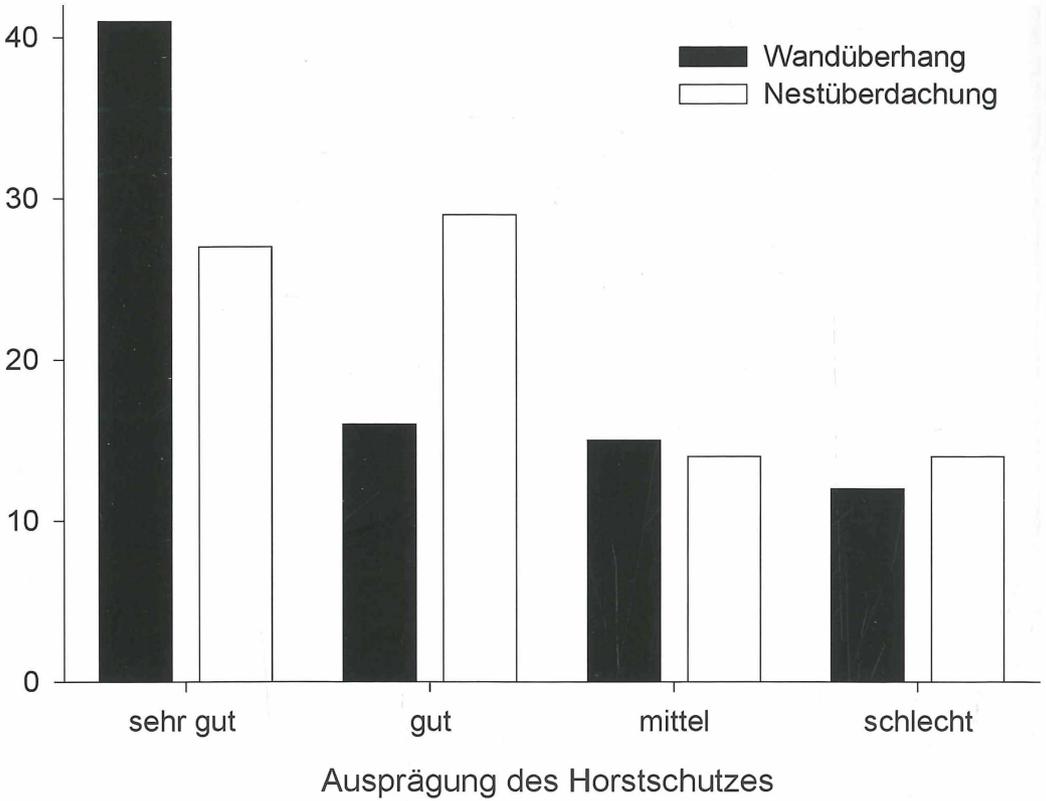


Abb. 5: Ausprägung des Horstschatzes durch Überhang der Horstwand und Überdachung des Horstes bei 84 Felshorsten des Steinadlers in den Nördlichen Kalkalpen (Kategorien s. Text).
 Fig. 5: Nest site protection at Golden Eagle nests by the general structure of the nesting cliff (more or less overhanging) and the presence of a more or less pronounced "rock-roof" over the nest. Definition of four classes of nest site protection (from very good to bad) see text.

Auch bei den sechs Baumhorsten waren in allen Fällen über der Horstplattform abschirmende, große Äste vorhanden.

Dimensionen der Horstnische und der Horste

Von den 84 untersuchten Felshorsten lagen 57 (68 %) in einer Nische, 20 (24 %) auf einem Felsband und nur 7 (8 %) in einem größeren Riss / Spalt. Die Dimensionen der untersuchten Horste variierten dementsprechend beträchtlich: von einer wenige Zentimeter umfassenden Horstunterlage bis zu Reisigburgen mit einer Höhe von über 10 m (K. Finkernagel mdl.). Die Abmessungen von 10 in den Nördlichen Kalkalpen im Detail vermessenen Felshorsten und des einzigen intakten Baumhorstes sind der Tab. 1 zu entnehmen. Die unterschiedliche Stichprobengröße ergibt sich aus dem Umstand, dass es sich nicht bei allen vermessenen Horsten um "Nischenhorste" gehandelt hat und bei einigen Horsten intakte Brutmulden fehlten.

Tab. 1: Maße von Steinadlerhorsten aus den Nördlichen Kalkalpen Tirols.

Tab. 1: Measurements of Golden Eagle nests from the Northern Calcareous-Alps in the Tyrol.

Horsttyp	Parameter	Länge (cm)	Breite (cm)	Höhe / Tiefe (cm)
Felshorste	Horstnische (n = 8)	213 ± 47	156 ± 37	145 ± 106
	Horstmaße (n = 9)	157 ± 44	131 ± 36	106 ± 75
	Horstmulde (n = 6)	69 ± 11	62 ± 17	21 ± 6
Baumhorste	Horst (n = 1)	170	80	35
	Horstmulde (n = 1)	35	35	15

Diskussion

Horstzahl und Landschaftsstruktur

Der Steinadler errichtet in der Regel meist mehrere Horste (Wechselhorste) pro Revier. In einem Adlerrevier finden sich daher alte, nicht mehr aktuelle Standorte neben intakten Plätzen, die meist abwechselnd (manchmal auch periodisch aufeinanderfolgend) benützt werden (z.B. HALLER 1996). Angaben über die Zahl von Horsten pro Revier finden sich in der Literatur aus verschiedenen Verbreitungsgebieten des Steinadlers. Aus Idaho werden 1–12, im Mittel sechs Horste pro Paar gemeldet (BEECHAM & KOCHERT 1975), für Schweden gibt TJERNBERG (1983) im Durchschnitt 2,4 (max. 6) Horste pro Revier für 49 kontrollierte Paare an, aus Schottland sind von 411 Paaren nur in einem Fall 13 Horststandorte / Revier überliefert, im Mittel 3,1 pro Paar (WATSON 1997). In den Zentralalpen Österreichs und der Schweiz wurden im Mittel 3,8 (Niedere Tauern) und 4,0 (verschiedene Gebiete der Schweiz) Horste pro Paar und maximal sechs (Niedere Tauern) bzw. 13 Horststandorte (Graubünden) ermittelt (HALLER 1996, ZECHNER 1995). Im Berchtesgadener Land (Kalkalpen) haben Steinadler bis zu 10 Brutplätze pro Revier (LINK 1988).

Die Anlage mehrerer Nestern kann unterschiedliche Gründe haben. So kann ein Wechsel von Brutplätzen Parasitenbefall vermindern, weil ein Teil dieser Plagegeister im Horst überwintert, oder die wechselnde Benützung unterschiedlicher Standorte kann eine Reaktion auf lokale Störungen sein (z.B. GREGORY et al. 2003, WATSON 1997). Darüber hinaus sollten auch Landschaftsmerkmale (u.a. Reliefenergie, Horstfelsangebot) einen Einfluss auf die Anzahl der Horste pro Revier oder Paar haben. Vergleicht man die Anzahl der Horste pro Revier in den verschiedenen Lebensräumen des Steinadlers, so lässt sich tatsächlich eine Tendenz zu erhöhten Horstzahlen pro Revier in reich strukturierten Landschaften feststellen. Beispielsweise ist die mittlere Horstanzahl pro Paar in den relativ schwach gekammerten Landschaften (mit unterdurchschnittlichem Angebot an Felsstrukturierungen und Brutfelsen) Schwedens oder Schottlands geringer als in den stark strukturierten Landschaften der Alpen (s. oben). Innerhalb der Alpen scheint es auch Unterschiede zwischen den (strukturärmeren) Zentralalpen (geringere Horstzahlen / Revier) und den (stärker gekammerten) Nördlichen Randalpen, mit überdurchschnittlich hohem Fels- und Brutplatzangebot zu geben. Höhere Horstzahlen in felsreichen gegenüber waldreichen Revieren finden sich auch innerhalb einzelner Areale (z.B. ZECHNER 1995 für die Niederen Tauern) und der Umstand, dass Steinadler im waldreichen aber felsärmeren Randkarwendel weniger Horste (in den dort überdies

flächenmäßig kleineren Revieren – LANDMANN & MAYRHOFFER 2001 und in Vorber.) anlegen, weist darauf hin, dass Topografie bzw. Reliefenergie der Gebirgslandschaft die Horstanlagemöglichkeiten beeinflussen und damit die Zahl der Horste pro Revier mitbestimmen. Ein eindeutiger, korrelativer Zusammenhang zwischen der Zahl der Horste und der Reliefenergie konnten wir allerdings nicht eruieren (MAYERHOFFER & LANDMANN in Vorber.).

Neben dem Landschaftsrelief dürfte aber auch die Siedlungstradition der einzelnen Paare bzw. Reviere die Horstzahl pro Revier beeinflussen. Alteingesessene, seit Generationen überlieferte Reviere verfügen in der Regel über eine größere Horstanzahl als z.B. erst in den letzten Jahrzehnten gegründete Reviere (im UG v.a. in den Randlagen – vgl. LANDMANN & MAYRHOFFER 2001). Auch die geringeren Horstabstände von gleichzeitig besetzten, meist "neuen" Revieren im Randkarwendel (in schwächer gekammertem Gelände!) ergeben sich wahrscheinlich aus der in den letzten Jahrzehnten gestiegenen Siedlungsdichte, also dem "Raummangel" in diesen Bereichen des UG (s. HALLER 1996).

Höhenlage der Horste

Die höchstgelegenen Brutplätze des Steinadlers in den Süd- und Westalpen liegen zwischen 2500 und 2700 m NN (BRICHETTI 1982, FRAMARIN 1986, GLUTZ VON BLOTZHEIM et. al 1989, HALLER 1996, MARTINOT 1983, OGGIER 1994), in Österreich auf etwa 2100 m (CORTI 1959, H. Zacharias in DVORAK et. al 1993).

In vielen Gebieten der Alpen, v.a. der Zentralalpen (Italien: FASCE & FASCE 1987, MAGRINI et al. 1987; Frankreich: MATHIEU & CHOISY 1982; Schweiz: HALLER 1996; Österreich: ZECHNER 1995), aber auch in anderen Gebirgszügen (z.B. Spanien / Pyrenäen: FERNANDEZ 1989, 1991), liegt ein Großteil der Brutstandorte im obersten Waldgürtel nahe der dort großflächigen, offenen alpinen Jagdflächen. Demgegenüber nehmen die Nördlichen Kalkalpen eher eine Sonderstellung ein. Auch wenn der geologische Aufbau der Kalkalpen mit den steil abfallenden Wandfluchten in der Alpinstufe in dieser Höhenlage eine Vielzahl von Horstanlagemöglichkeiten offeriert, so finden sich Horste doch überproportional häufig in tiefer liegenden Einzelfelsen und kleineren Wandfluchten der unteren Subalpinstufe und oberen Montanstufe, meist weit unterhalb der Waldgrenze und nur in Einzelfällen wird nahe der Waldgrenze über 1700 m gebrütet. Für die relativ geringe mittlere Höhe der Horste gibt es verschiedenen Erklärungsansätze: Erstens dürfte dies wohl mit der relativ geringen Attraktivität der meisten echten Alpinlagen in den steilen Nördlichen Kalkalpen zu tun haben, die als Jagdgebiet v.a. wegen des Mangels an offenen Matten wesentlich ungünstiger als vergleichbare Flächen in den Zentralalpen sind. Im großen und ganzen liegen aber auch im Untersuchungsgebiet die Jagdgebiete höher als die Brutplätze (s. auch LINK 1988), was einen energiesparenden Beutetransport ermöglicht.

Zweitens sind die meisten Horste in jenen Bereichen der Aktionsräume zu finden, die durch hohe Hangbestrahlungen gekennzeichnet sind. Die Horste liegen dabei im Untersuchungsgebiet nicht nur, wie auch HALLER (1982) feststellte, innerhalb der Winter-Aktionsräume, sondern speziell an Orten mit besonders günstiger Aufwind- und Raumsituation. Dieser Umstand dürfte u.a. die Horstreviermarkierung vor Brutbeginn sowie auch den Beutetransport bei der Jungenaufzucht begünstigen (LINK 1988). Dieser Aspekt ist im Untersuchungsgebiet umso wichtiger, als es nur wenige Reviere mit

Murmeltierkolonien gibt und die Hauptnahrung zur Nestlingszeit daher zu über 50% aus relativ schweren, jungen Huftieren v.a. Gamskitzen (*Rupicapra rupicapra*) besteht (s. dazu LINK 1988, SCHÖPF 1988, eigene Streudaten).

Die Höhenlage der Horste über der Talsohle (40–640 m) entspricht im Untersuchungsgebiet in etwa den Werten, die aus anderen Gebieten der Alpen (Zentral- als auch Kalkalpen – vgl. HALLER 1996, LINK 1988, ZECHNER 1995) bekannt sind (zwischen 200–800 m).

Hostwand- und Horsttypologie

Mit 7 % ist der Anteil der Baumhorste im Untersuchungsgebiet im Vergleich zu anderen Alpentteilen gering, wenn auch in den gesamten Alpen die Felshorste überwiegen. Nur in Arealen mit geringem Brutfelsangebot steigt der Baumhorstanteil deutlich (HALLER 1982 – Graubünden 11 % von 221 Horsten, BEZZEL & FÜNFSTÜCK 1994, Werdenfelser Land 20 % von 67, bzw. ZECHNER 1995 – Niedere Tauern: 29 % von 35). Dies zeigt sich auch im UG, denn die wenigen Baumhorste beschränken sich weitgehend auf das Randkarwendel mit einem geringeren Angebot an potenziellen Brutfelsen und hohem Waldanteil. Zu berücksichtigen ist allerdings, dass Baumhorste gerade in den steilen Bergwaldgebieten des Karwendel u.U. schwerer aufzufinden sind als in anderen Regionen. Es ist wohl kein Zufall, dass erst seit Anfang der 1980er Jahre mit dem Beginn der systematischen Untersuchungen durch die Vogelschutzwarte in Garmisch Partenkirchen (vgl. BEZZEL & LECHNER 1978, BEZZEL & FÜNFSTÜCK 1994 bzw. SCHÖPF 1988/89) im Untersuchungsraum vermehrt Baumhorste bekannt wurden. Allerdings gibt es auch aus anderen Teilen der Nördlichen Kalkalpen Hinweise auf die geringe Bedeutung von Baumhorsten (BRENDL et al. 2000, LINK 1988, JAKOBUS & WERTH 2000).

Im Überwiegen kleiner Wände für die Nestanlage äußert sich wohl der Gesamtlandschaftscharakter, denn großflächige, hohe Wandfluchten die im UG nur in Ausnahmefällen als Brutplatz angenommen werden, massieren sich in der oberen Subalpin- und Alpinstufe und sind daher wohl wenig geeignete Standorte (Energetik, Verteilung und Lage der Jagdflächen). Auch die Bevorzugung von Wandfluchten für die Horstanlage im Zentralteil des Untersuchungsgebietes und die im Gegensatz dazu im Randkarwendel häufigere Nutzung kleinerer, im Wald versteckt liegender Einzelwände, spiegelt im wesentlichen den geomorphologischen Aufbau der beiden Teilbereiche der Nördlichen Kalkalpen wider.

Horstanlage, Horstschutz

Schon MOSHER & WHITE (1976) und KOCHERT (1972) wiesen darauf hin, dass Steinadlernestlinge im Alter von weniger als sechs Wochen gegenüber Hitzestress sehr empfindlich sind, und zeigten als erste Zusammenhänge zwischen bevorzugten Horstexpositionen und geographischer Breite in Nordamerika auf. Bei einem Vergleich verschiedener geographischer Räume werden die klimatischen Abhängigkeiten deutlich: Horste im hohen Norden sind hauptsächlich in südliche Richtungen orientiert (Alaska / Kanada: RITCHIE & CURATOLO 1982, POOLE & BROMLEY 1988, MORNEAU et al. 1994; Schweden: TJERNBERG 1983). Hingegen werden in heißen Klimaten Südexpositionen oft gemieden, so in Utah (MOSHER & WHITE 1976), Südspanien (JORDANO 1981), Sizilien (SEMINARA et al. 1987), Montenegro / Serbien (GRUBAC 1988) und Israel (BAHAT 1991).

Die Fähigkeit des Steinadlers, die Lage des Horststandortes flexibel zu optimieren, spiegelt sich auch in der Beziehung zum Kleinrelief. Betrachtet man verschiedene Zusammenstellungen von Horstexpositionen aus unterschiedlichen Alpentteilen (COULOU-MY 1987, BOCCA 1989, FISCHER 1976, PEDRINI 1991, LINK 1988, BEZZEL & FÜNFSÜCK 1994, TORMEN & CIBIEN 1995, ZECHNER 1995, HALLER 1996, diese Studie) so sind darin stets alle Himmelsrichtungen vertreten. Entsprechend dem Angebot an geeigneten Felswänden in den unterschiedlichen Gebieten variieren auch die Expositionen und weichen in der Verteilung z.T. erheblich voneinander ab. Die Auswahl an Horstfelsen dürfte in den stark reliefierten Nördlichen Kalkalpen (Zentralkarwendel) kaum limitiert sein. Damit können thermische (s. vorne) bzw. allgemein klimatische Aspekte bei der Wahl des Horststandortes eine größere Rolle spielen.

Die Bevorzugung von Ostwänden (Horststandorten) mit Ostausrichtung bei gleichzeitiger Meidung von Westexpositionen im UG spiegelt auch die allgemeine Klimasituation des Gebietes wider, da die Wetterfronten meistens von Westen heranziehen. Bei den 14 in unserem UG direkt nach Süden exponierten Horsten war dreimal ein Schattenspendler (Gebüsch) und achtmal ein sonstiger Sonnenschutz (tiefe Horstnische mit sehr guter Überdachung) vorhanden.

Das Bedürfnis nach Schutz vor klimatischen Einflüssen oder Störungen und Feinden zeigte sich auch in der Wahl des Horstwandprofils (Überhang / Überdachung) und der eigentlichen Neststandorte (Nischen – Felsband - Riss / Spalt) bzw. in der Gesamtstruktur der zur Horstanlage erwählten Felsen. Diese sind einerseits schon durch eine starke Gliederung oft mit Strukturen ausgestattet, welche die geschützte Anlage des Horstes grundsätzlich ermöglichen. Ein exzellenter Schutz in Form eines Überhanges oder von Felsüberdachungen ergibt sich in den Kalkalpen häufig durch den Umstand, dass die Horste überwiegend in tieferen Nischen, die in ausreichendem Maße vorhanden sind, angelegt werden. Die bevorzugte Anlage von Horsten in besonders großen, geschützten Felsnischen ist auch aus anderen Teilen der Nördlichen Kalkalpen, wie z.B. dem Nationalpark Berchtesgaden bekannt, wobei hier der Anteil von Brutplätzen in grottenähnlichen Höhlungen und Nischen bei 39 % lag (LINK 1988).

Dadurch ist die Brut zwar optimal vor äußeren Einflüssen geschützt, aber in einigen Fällen kam es in der Vergangenheit zu Brutaufgüssen, vermutlich durch Feuchtigkeit bzw. Wassereintritt (Schneesmelze) in die Horstmulde (eigene Daten; H. Fünfstück mdl., siehe auch FASEL 2000).

Danksagung

Wichtige Vorinformationen über Brutpaare und Horste stammten von der Vogelschutzwärterin in Garmisch Partenkirchen (J. Fünfstück, H. Schöpf, S. Kluth, u.a.), dem Bearbeiter des bayerischen Steinadler Interreg-Moduls, M. Kleiner, aus Bestandenserhebungen in Tirol in den 1960er und 70er Jahren (v.a. Niederwölfsgruber 1964, 1981 & unveröff.) und von J. & P. Draxl, Innsbruck. Bei der Rekonstruktion ehemaliger Horststandorte und für das Auffinden aktueller Horste waren auch Hinweise lokaler Jäger und Forstleute sehr wesentlich. Stellvertretend für alle gilt unser besonderer Dank hier H. Billiani, F. Fritz, A. Gaugg, A. Larcher, A. G. Maurer, B. Mader Plattner †, K. Ragg, A. Ripfl, T. Wechselberger, K. Weiss und R. Zorzi. Für direkte Hilfestellungen bei den Horstbesuchen und andere logistische Unterstützung danken wir C. Messner, H. Matzka, A. Schneider, M. Kleiner, der Abteilung IIIa der Tiroler Landesregierung (H. Abart), dem Landesmuseum Ferdinandeum (W. Neuner), dem Österreichischen Alpenverein (P. Hasslacher, J. Essl), dem Alpenzoo Innsbruck (M. Martys, C. Böhm) und der Firma Swarovski Optik (G. Dobler). Die Arbeit wurde im Rahmen des EU Interreg II-Projektes: "Freizeit und Erholung im Karwendel – naturverträglich" von der Tiroler Landesregierung und der EU finanziell unterstützt.

Literatur

- BAHAT, O. (1991): Choice of directional exposure of Golden Eagle nests in the arid areas of Israel. *Isr. J. Zool.* 37: 170–171.
- BEECHAM, J. J. & M. N. KOCHERT (1975): Breeding biology of the Golden Eagle in southwestern Idaho. *Wilson Bull.* 87: 506–513.
- BERGO, G. (1984): Population size, spacing and age structure of Golden Eagle *Aquila chrysaetos* (L.) in Hordaland, West Norway. *Fauna norv. Ser. C, Cinclus* 7: 106–108.
- BEZZEL, E. & F. LECHNER (1978): Die Vögel des Werdenfelser Landes. Kilda, Greven.
- BEZZEL, E. & H.J. FÜNFSTÜCK (1994): Brutbiologie und Populationsdynamik des Steinadlers (*Aquila chrysaetos*) im Werdenfelser Land / Oberbayern. *Acta ornithoecol.*: 3: 5–32.
- BEZZEL, E., RUST, R. & W. KECHELE (1997): Revierbesetzung, Reproduktion und menschliche Verfolgung in einer Population des Habichts *Accipiter gentilis*. *J. Orn.* 138: 413–441.
- BOCCA, M. (1989): Status del Biancone (*Circaetus gallicus*), dell'Àquila reale (*Aquila chrysaetos*) e del Pellegrino (*Falco peregrinus*) in Valle d'Aosta. *Boll. Mus. Reg. Sci. Nat. Torino* 7: 163–183.
- BRENDEL, U., EBERHARDT, R., WIESMANN-EBERHARDT, K. & W. D'OLEIRE-OLTMANN (2000): Der Leitfaden zum Schutz des Steinadlers *Aquila chrysaetos* (L.) in den Alpen. Nationalpark Berchtesgaden. *Forschungsber.* 45: 1–112.
- BRICHETTI, P. (1982): Ucelli del bresciano. Guida ornitologica dell'avifauna bresciana. Amministrazione Provinciale di Brescia. Assessorato Agricoltura, Caccia e Pesca. Tipolito F.lli Geroldi.
- CORTI, U. A. (1959): Die Brutvögel der Deutschen und Österreichischen Alpenzone. Bischofberger & Co, Chur.
- COULOUY, C. (1987): L'Aigle royal dans le Parc national des Ecrins. *Actes 1er Coll. Int. Aigle royal Europe.* Arvieux, France 1986: 61–66.
- DONAZAR SANCHO, J. A. & CEBALLOS, O. R. & C. L. FERNANDEZ (1989): Factors Influencing the Distribution and Abundance of Seven Cliff-nesting Raptors: A Multivariate Study. In: MEYBURG, B.-U. & R. D. CHANCELLOR (Eds.): *Raptors in the Modern World 1989*: 545–549. WWGBP, Berlin, London
- DVORAK, M., A. RANNER & H.-M. BERG (1993): Atlas der Brutvögel Österreichs. Umweltbundesamt, Wien.
- FASCE, P. & L. FASCE (1988): Aquila reale (*Aquila chrysaetos*). In: T. MINGOZZI, BOANO, G. & C. PULCHER (Hrsg.): *Atlante degli uccelli nidificanti in Piemonte e Val d'Aosta 1980–1984*. Museo Regionale di Scienze Naturali (Torino). *Monogr.* 8: 106–107.
- FASEL, F. (2000): Faszination Steinadler. Ott Verlag, Thun.
- FERNANDEZ, C. (1989): El Àguila Real *Aquila chrysaetos* (L.) en Navarra: Utilizaciòn del espacio, biologia de la reproducciòn y ecologia tròfica. Tesis doctoral, Universidad de Leòn, Leòn.
- FERNANDEZ, C. (1991): Variation clinale du régime alimentaire et de la reproduction chez l'Aigle royal (*Aquila chrysaetos* L.) sur le versant sud des Pyrénées. *Rev. Ecol. (Terre Vie)* 46: 363–371.
- FISCHER, W. (1976): Stein-, Kaffern- und Keilschwanzadler. Neue Brehm Bücherei 500, Ziemsen, Wittenberg Lutherstadt.
- FRAMARIN, F. (1986): Notes complémentaires sur la répartition et la nidification de l'Aigle royal, *Aquila chrysaetos*, dans le Parc national du Grand Paradis, Italie. *Nos Oiseaux* 38: 257–262.

- GEORGI, B & K. ELMAUER (2002): "Freizeit und Erholung im Karwendel – naturverträglich?" - ein EU - Interreg II Projekt. Bayerisches Staatsministerium für Landesentw. & Umweltfragen & Amt der Tiroler Landesreg., Abt. Umweltschutz. Schlußbericht Jan. 2002 (CD-Rom).
- GLUTZ VON BLOTZHEIM, U. N., BAUER, K. M. & E. BEZZEL (1989): Handbuch der Vögel Mitteleuropas. Bd. 4. Aula, Wiesbaden.
- GREGORY, M.J.P., GORDON, A. G. & R. MOSS (2003): Impact of nest trapping and and radio tagging on breeding Golden Eagles *Aquila chrysaetos* in Afgyll, Scotland. Ibis 145: 113–119.
- GRUBAC, B. R. (1988): The Golden Eagle (*Aquila chrysaetos chrysaetos*) in south-eastern Yugoslavia. Larus 38–39: 95–135.
- HALLER, H. (1982): Raumorganisation und Dynamik einer Population des Steinadlers (*Aquila chrysaetos*) in den Zentralalpen. Orn. Beob. 79: 163–211.
- HALLER, H. (1996): Der Steinadler in Graubünden. Langfristige Untersuchungen zur Populationsökologie von *Aquila chrysaetos* im Zentrum der Alpen. Orn. Beob. Beih. 9: 1–167.
- JAKOBUS, M. & H. WERTH (2000): Abschlußbericht 2000: Artenhilfsprogramm Steinadler Allgäu. LBV in Bayern e.V. Bezirksgeschäftsstelle Schwaben, 64 pp. [unveröff].
- JORDANO, P. (1981): Relaciones interespecificas y coexistencia entre el Aguila real (*Aquila chrysaetos*) y el Aguila perdicera (*Hieraaëtus fasciatus*) en Sierra Morena Central. Ardeola 28: 67–87.
- KLEINER, M. (2001): Steinadler und Landnutzungsformen im bayerischen Karwendel. Endbericht zum Interreg Projekt: "Freizeit und Erholung im Karwendel – naturverträglich?" Bayer. Landesamt für Umweltschutz, 59 pp.
- KLUTH, S. (1998): Der Steinadler im Werdenfelser Land. Vogelschutz 2/99: 26–29.
- KOCHERT, M. N. (1972): Population status and chemical contamination in Golden Eagles in southwestern Idaho. M.Sc. thesis. University of Idaho, Moscow, 63 pp.
- LANDMANN, A. & A. MAYRHOFER (2001): Der Steinadler im Tiroler Karwendel. Endbericht zum Interreg Projekt: "Freizeit und Erholung im Karwendel – naturverträglich", Amt der Tiroler Landesregierung, Abt. Umweltschutz, 159 pp.
- LINK, H. (1988): Einflüsse der landschaftlichen Gegebenheiten auf die Population von Greifvögeln und Eulen im Alpenpark Berchtesgaden. Nationalpark Forschung Berchtesgaden: 191 pp. [Der Steinadler im Berchtesgadener Land: 1–67.]
- MACLAREN, P. A., ANDERSON, ST. H. & D. E. RUNDE (1988): Food habits and nest characteristics of breeding raptors in southwestern Wyoming. Great Basin Naturalist 48: 548–553.
- MAGRINI, M., RAGNI, B. & L. ARMENTANO (1987): L'Aigle royal (*Aquila chrysaetos*) en Europe. Actes du 1er colloque international sur l'Aigle royal en Europe. Maison de la Nature, Briançon: 29–32.
- MARTINOT, J.-P. (1983): L'Aigle royal (*Aquila chrysaetos*) dans le Département de la Savoie, plus particulièrement dans le Parc National de la Vanoise (France). Trav. Sci. Parc national Vanoise 13: 175–181.
- MATHIEU, R. & J. P. CHOISY (1982): L'Aigle Royal *Aquila chrysaetos* dans les Alpes Meridionales Francaises de 1964 a 1980. Essai sur la distribution, les effectifs, le régime alimentaire et la reproduction. Bièvre 4: 1–32.
- MENKENS, G. E. & S. H. ANDERSON (1986): Nest Site Characteristics of a predominantly tree-nesting population of Golden Eagles. Great Basin Naturalist 58: 22–25.
- MORNEAU, F., BRODEUR, S., DÉCARIE, R., CARRIÈRE, S. & D. M. BIRD (1994): Abundance and distribution of nesting Golden Eagles in Hudson Bay, Québec. J. Raptor Res. 28: 220–225.

- MOSHER, J. A. & C. M. WHITE (1976): Directional exposure of Golden Eagle nests. *Can. Field Nat.* 90: 356–359.
- NIEDERWOLFSGRUBER, F. (1964): Vom Steinadler (*Aquila chrysaetos*) in Tirol. *Z. f. Jagdwiss.* 10: 54–61.
- NIEDERWOLFSGRUBER, F. (1981): Zur Situation der Steinadler-Population in Tirol. *Nationalpark Berchtesgadener Forschungsber.* 3: 49–50.
- OGGIER, P.-A. (1994): *Connaître la nature en Valais*, No. 3: La faune. Editions Pillet, Martigny.
- PEDRINI, P. (1991): Ecologia riproduttiva e problemi di conservazione dell'Aquila reale (*Aquila chrysaetos*) in Trentino (Alpi centro orientali). In: MONTEMAGGIORI, A. (Hrsg.): *Atti V convegno Italiano di ornitologia* (4.–8. 10. 1989, Bracciano). *Suppl. Ric. Biol. Selvaggina* 17: 365–369.
- POOLE, K. G. & R. G. BROMLEY (1988): Interrelationships within a raptor guild in the central Canadian Arctic. *Can. J. Zool.* 66: 2275–2282.
- RITCHIE, R. J. & J. A. CURATOLO (1982): Notes on Golden Eagle productivity and nest site characteristics, Porcupine River, Alaska, 1979–1982. *J. Raptor Res.* 16: 123–128.
- SCHÖPF, H. (1988): Beutespektrum des Steinadlers (*Aquila chrysaetos*) zur Nestlingszeit in den mittleren bayerischen Alpen. *Garmischer vogelkdl. Ber.* 17: 81–85.
- SCHÖPF, H. (1989): Der Steinadler in den Bayerischen Alpen. *Laufener Seminarbeiträge* 1/89: 57–59.
- SEIBERT, D. J., OAKLEAF, R. J., LAUGHLIN, J. M. & J. L. PAGE (1976): Nesting Ecology of Golden Eagles in Elko County, Nevada. U.S. Dept. of the Interior-Bureau of Land Management, Form 1220-S.
- SEMINARA, S., GIARRATANA, S. & R. FAVARA (1987): L'Aigle royal en Sicile. *Actes du 1er colloque international sur l'Aigle royal en Europe*. Maison de la Nature, Briançon: 33–36.
- SIDERS, M. S. & P. L. KENNEDY (1996): Forest structural characteristics of Accipiter nesting habitat: Is there an allometric relationship? *Condor* 98: 123–132.
- STEMMLER, C. (1955): *Der Steinadler in den Schweizer Alpen*. Selbstverlag, Schaffhausen.
- STÖHR, D., KOVACS, CH., NOICHL, R. & CH. MAIRAMHOF (1995): *Naturschutzgebiet Karwendel. Biotopinventar und Naturpflegeplan. Teile I–VI*. Landesforstinspektion Tirol; im Auftrag des Amtes der Tiroler Landesregierung, Abt. Umweltschutz.
- THIOLLAY, J. M. & J. A. MEYER (1978): Densité, taille des territoires et production dans une population d'Aigles pêcheurs *Haliaeetus vocifer* (Daudin). *Rev. Ecol. (Terre Vie)* 32: 203–219.
- TJERNBERG, M. (1983): Habitat and nest site features of Golden Eagle, *Aquila chrysaetos* (L.), in Sweden. *Swed. Wildl. Res.* 12: 131–163.
- TORMEN, G. & A. CIBIEN (1995): Ecologia e biologia riproduttiva dell'Aquila reale *Aquila chrysaetos* nelle province di Belluno e Treviso. *Avocetta* 19: 103.
- VOGT, D. (1978): Untersuchungen zur Habitatstruktur mitteleuropäischer, felsenbrütender Wanderfalken (*Falco peregrinus*). *Vogelwelt* 99: 201–222.
- WATSON, J. (1997): *The golden eagle*. T. & A. D. Poyser, London.
- WATSON, J. & R. H. DENNIS (1984): Nest site selection by Golden Eagles (*Aquila chrysaetos*) in Scotland. *British Birds* 85: 469–481.
- ZECHNER, L. (1995): *Siedlungsbiologie und Reproduktion des Steinadlers, Aquila chrysaetos, in den südlichen Niederen Tauern (Steiermark)*. Diplomarb. Univ. Graz, Graz.



oben: Rohrweihe (*Circus aeruginosus*), immatur. Foto: H. Laueremann
unten: Kornweihe (*Circus cyaneus*), Weibchen, adult. Foto: N. Pühringer

ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: [Diverse Verlagsschriften des Naturhistorischen Museums Wien](#)

Jahr/Year: 2006

Band/Volume: [10](#)

Autor(en)/Author(s): Mayrhofer Andreas, Landmann Armin

Artikel/Article: [Horststandorte und Horstwände des Steinadlers \(*Aquila chrysaetos*\) in den Nördlichen Kalkalpen \(Tirol, Bayern\) 69-85](#)