

D: € 6,95 · A: € 7,20 · CH: CHF 11,90

SONDERHEFT

Geier

Biologie | Gefährdung | Schutz

Der Falke Journal für
Vogelbeobachter

Liebe Leserinnen und Leser,

ein toter Gänsegeier liegt in einem Feld, zusammen mit zahlreichen anderen Vögeln, alle vergiftet durch Carbofuran. So geschehen im Landkreis Straubing-Bogen im Jahr 2010. Das verblüffende bei dieser tragischen Beobachtung ist, dass der Vogel vorher niemandem aufgefallen war. Immer wieder fliegen Gänsegeier, aber auch Mönchsgeier durch Deutschland, die Beobachtungen haben sich in den vergangenen Jahren sogar gehäuft. Gleiches gilt für den Bartgeier. Immer regelmäßiger kommen Individuen aus dem großangelegten Wiederansiedlungsprojekt in den Alpen auch nach Deutschland, halten sich mittlerweile zum Teil über einen längeren Zeitraum beispielsweise im Allgäu auf oder fliegen sogar bis an die Nord- und Ostsee.



Bartgeier. Foto: H. Weyrich.

Geier sind schon eine ganz besondere Vogelgruppe, vor allem hinsichtlich ihrer Rolle im Ökosystem. Und in der Welt der Geier tut sich derzeit so Einiges – Grund genug für die Fachredaktion von DER FALKE, unser Sonderheft 2016 dem Thema „Geier“ zu widmen. Mit dem vorliegenden Heft, glaube ich sagen zu können, ist es uns gelungen, durch die Zusammenarbeit mit hochkarätigen Geierexperten aus ganz Europa einen umfassenden Bogen über die Biologie und Ökologie der europäischen Geier zu spannen. Mein großer Dank gilt allen Autorinnen und Autoren von Beiträgen in diesem Heft. Möglich war die Erstellung dieses Sonderheftes nur durch eine enge Kooperation mit der Vulture Conservation Foundation (VCF, www.4vultures.org).

Ich möchte mich hierfür ganz herzlich beim Präsidenten der VCF, Daniel Hegglin, dem Geschäftsführer dieser Stiftung, José Tavares, sowie der VCF Wissenschafts- und Naturschutzkoordinatorin Franziska Lörcher bedanken. Zusammen mit den genannten Personen sowie meinen VCF Vorstandskolleginnen und -kollegen und der Fachredaktion von DER FALKE hoffe ich, dass wir Ihnen, unseren lieben Leserinnen und Lesern, durch unser Sonderheft 2016 „Geier“ diese faszinierende Vogelgruppe, die unbestritten unsere Hilfe braucht, etwas näherbringen können.

Beste Grüße,
Ihr

Dr. Norbert Schöffler



Inhalt

Gemeinsam für den Schutz unserer Geier	2	Hilfe aus Kreta: Gänsegeier auf Zypern	44
Europas Geier – eine Übersicht	3	Paarbildung in Gefangenschaft: Das Europäische Erhaltungszuchtprogramm für Mönchsgeier	46
Ernährungsspezialist Bartgeier: Der Vogel, der von Knochen lebt	8	Ursachenmix und Kenntnislücken: Schmutzgeier	48
Einst verschwunden – jetzt wieder zurück: Bartgeier in den Alpen	16	Beringung und Monitoring: Daten für die Wissenschaft	52
Das Europäische Erhaltungszuchtprogramm für den Bartgeier: Vom Zoo in die Freiheit	22	Chancen und Perspektiven: Geiereinflüge nach Deutschland	56
Grenzenlose Bartgeier: Erfolg durch Zusammenarbeit	24	Risiko für aasfressende Greifvögel: Blei	59
Brutvogel oder nicht? Historisches vom Bartgeier	28	Hinterhältige Gefahr: Gift	60
Geschichte und Perspektiven: Bartgeier in den Pyrenäen	30	Neue Gefahr für Europas Geier: Diclofenac	62
Bartgeier außerhalb der Alpen: „Korridor“ zu den Pyrenäen	32	Das Projekt LIFE GypHelp: Kollisionen minimieren	64
Hoffnung im Kampf gegen Giftköder: Rückkehr der Bartgeier nach Andalusien	33	Bücher zum Thema „Geier“	65
Bartgeier: Die letzten Inselformen	34	Ökoservices: Geier als „Gesundheitspolizei“	66
Abseits West- und Mitteleuropas: Geier auf dem Balkan	36	Blick über das Mittelmeer: Es steht schlecht um Afrikas Geier	70
Von Sommergästen zu Brutvögeln: Gänsegeier in den Alpen	40	Zwischen Europa und Afrika: Die Geier der Maghreb	76
Erfolg im Massif Central und den Südalpen: Rückkehr des Gänsegeiers nach Frankreich	42	Vulture Conservation Foundation und andere Organisationen: Schlüsselfiguren im europäischen Geierschutz	77
		Geier in Europa: Prioritäten im Artenschutz	78
		Literaturquellen zu den Beiträgen	80



Beim Suchflug ist der Kopf des gleitenden Bartgeiers nach unten gerichtet, um den Boden „abzuscannen“.
Foto: A. Hofstetter.

Ernährungsspezialist Bartgeier:

Der Vogel, der von Knochen lebt

Egal ob Kotelett oder Keule, beim Essen trennen wir säuberlich die Knochen vom Fleisch und legen sie auf den Tellerrand. Bartgeier „tun es“ genau umgekehrt. In Wahlversuchen ziehen sie Knochen gegenüber Muskelfleisch vor. Sie sind ossivor, machen doch Knochen 70 bis 90 % ihrer Nahrung aus. Kein anderer Vogel, ja kein anderes Wirbeltier ist derart auf Knochen spezialisiert. Das beinhaltet nicht nur anatomische und physiologische Anpassungen, auch Lebensweise und Lebensraum sind auf diese Besonderheit abgestimmt.

Für viele Menschen ist der Bartgeier seiner Größe und seines eleganten Fluges wegen spektakulär. Faszinierend ist aber ebenso seine hoch spezialisierte ökologische Nische, die in ihrer Komplexität immer noch nicht ganz verstanden wird, obwohl in den letzten zwan-

zig Jahren viele Rätsel seiner Ernährungsbiologie gelöst werden konnten. Bartgeier schlagen keine lebende Beute, nur gelegentlich werden Schildkröten verzehrt. Um an Knochen zu gelangen, benötigen sie Tierkadaver. Bartgeier stellen das letzte Glied in der Gilde großer Aasfresser (Nekrophagen)

dar, zu denen in Europa neben Gänse-, Mönchs- und Schmutzgeier auch Steinadler und Kolkrabe als opportunistische Aasfresser gehören, sowie Fuchs und Wolf. Erst wenn die anderen einen Kadaver weitgehend aufgezehrt und sich von ihm abgewandt haben, kommen Bartgeier und beschäftigen sich mit dem, was von den Vorgängern als unverwertbar zurückgelassen worden ist, nämlich den Knochen. Ohne die Vorarbeit der anderen Nekrophagen würden Bartgeier gar nicht an ihre Nahrung gelangen. Im Gegensatz zu den Gänsegeiern, die sich oft in großer Zahl am Kadaver versammeln, bleiben Bartgeier Einzelgänger.

Der Nährwert von Knochen

Obwohl Knochen auf den ersten Blick unattraktiv gegenüber Muskelfleisch erscheinen, bietet es sehr wohl Vorteile, sie zu verstoffwechseln. Denn Knochen als Teil des skelettbildenden Bindegewebes besteht zwar zu 50% aus Mineralien (überwiegend Kalziumhydroxylapatit, ein Phosphat) und zu 25% aus Wasser, aber eben auch zu 25% aus organischer Substanz. Letztere enthält wiederum zu über 90% das Protein Kollagen. Das im Knocheninneren vorkom-



Die Haute Ariège in den französischen Pyrenäen sind ein typischer Bartgeierlebensraum. Foto: M. Kaczmar.

mende Knochenmark hat darüberhinaus einen hohen Fettanteil. Wer hätte gedacht, dass der Nährwert von Knochen dem von Fleisch entspricht. Wegen ihres Markanteiles haben die Knochen der Säugetiere sogar einen höheren Energiegehalt als Muskeln (6,7 versus 5,8 KJ/g). Unter Berücksichtigung ihrer unterschiedlichen Verwertung erbringen 100 g Knochen 387 KJ und die gleiche Menge Fleisch 440 KJ. Knochen haben noch einen weiteren Vorteil: Im Gegensatz zu Fleisch, das schnell verwest, zeichnen sie sich durch monatelange Haltbarkeit aus. Der durch eine lange Lagerung bedingte Wasserverlust fördert sogar die Konservierung von Kollagen und Knochenmark.

Trotz ihres hohen Nährwertes stellen Knochen für die meisten Tiere dennoch keine attraktive Nahrung dar. Da ist der Bartgeier die einzige Ausnahme. Zwar nehmen viele Greifvögel zusammen mit dem Muskelfleisch ihrer Beute auch Knochenteile auf und sind imstande, diese zu verdauen, doch handelt es sich hier eher um kleine Portionen. Manche Greifvögel würgen nach der Mahlzeit die Knochen als unverdaute Reste zusammen mit Haaren oder Federn in Form von Gewöllern wieder aus. Eulen tun dies sogar obligatorisch. Diese Eigenschaft machen sich bizarrerweise wiederum Bartgeier zunutze: In den Pyrenäen suchen „Spezialisten“ gezielt die Einstände von Uhus auf und verspeisen dort deren knochenhaltige Gewölle, quasi als Dessert. Auch aus den eigenen Gewöllern werden Knochenreste recycelt, also herausgepickt und wieder gefressen. Um größere Knochen metabolisch aufzuschließen und zu verwerten, sind offensichtlich spezifische Techniken der Zerkleinerung und spezifische Verdauungsprozesse erforderlich, die längst nicht alle Karnivoren besitzen. Selbst bei Streifen- und Tüpfelhyänen, die dafür bekannt sind, mit ihrem kräftigen Gebiss auch große Knochen zu knacken, machen diese nur einen geringen Anteil des Nahrungsspektrums aus.

Wie Bartgeier mit Knochen zurechtkommen

Die von den Bartgeiern verzehrten Knochen stammen zu 93% von Säugetieren, 6% von Vögeln und 1%



Bartgeier sind imstande, auch lange Knochen am Stück zu schlucken.

Foto: N. Becke.

von Reptilien. Den Hauptanteil mit circa 70% bilden die Knochen mittelgroßer Wiederkäuer, vor allem von Schaf-, Ziegen- und Hirschartigen. Bartgeier können Extremitätenknochen von bis zu 30 cm Länge und 4 cm Breite sowie Wirbelknochen bis

zu 8 cm Durchmesser direkt verschlucken. Was zu sperrig ist, muss vorher zertrümmert werden. Um derart große Teile zu verschlucken, bedarf es einer Reihe anatomischer Anpassungen.

Als erstes fällt die starke Krümmung des großen, hochrückigen



Blick in den geöffneten Schnabel: Erkennbar ist die weit vorgeschobene, mobile Zunge mit der an ihrer Basis sitzenden Kehhlöffnung (Larynx). Dahinter öffnet sich der Rachenraum (Pharynx). Der Schnabel kann weit geöffnet werden. Die parallel zum Schnabelfirst verlaufende Kerbe ist gut sichtbar. Die Nasenlöcher sind von den Borsten des Oberschnabels komplett bedeckt.

Foto: A. Margalida.



Der geöffnete Schnabel zeigt, dass der Schnabelwinkel (Kommissur) bis hinter das Auge reicht, so weit wie bei sonst keinem Greifvogel. Man beachte auch den kräftigen Hals.

Foto: M. Stähli.

Oberschnabels auf, der Unterschnabel dagegen ist kurz und flach. Auf diese Weise funktioniert der Schnabel gleichzeitig als Haken, Flachzange und Seitenschneider. Trotz seiner scheinbaren Klobigkeit vermag er Federn und Haare von der Haut „abzupflücken“, treffsicher Gewebe und Sehnen vom Knochen abzulösen, das durch Sehnen und Bänder ver-

bundene Skelett punktgenau in den Gelenken zu zerlegen und schmale Knochen durchzubeißen. Anders als bei den anderen Greifvögeln sind die Nasenlöcher am Ansatz des Oberschnabels vollständig von den dichten, flach liegenden Borsten über dem Oberschnabel verdeckt (während die Borsten des Unterschnabels als „der Bart“ bis zu 6 cm abstehen).



Der Schnabel des Gänsegeiers ist ganz anders geformt. Wie ein Haken vermag er Löcher in die feste Bauchdecke großer Säugetiere zu schlagen. Der Schnabelwinkel endet bereits vor dem Auge, die Nasenlöcher liegen frei.

Foto: A. Kauffmann.

Die kräftige, schalenförmig gebogene Zunge ist kurz und sehr beweglich. Dass die Zunge Knochenmark aus dem Knocheninneren herauslöffele, wie gelegentlich berichtet, ist nicht der Fall. Der Zungenansatz mit der wulstförmigen Kehlöffnung (Larynx) liegt weit vorn, nämlich auf halber Unterschnabellänge. Die vorgeschobene Position der Larynx kann als Anpassung an das Verschlucken großer Knochenstücke verstanden werden. Läge sie weiter hinten, würden lange Knochen womöglich die Atemwege verlegen.

Der Schnabel ist weit zu öffnen, reicht doch der Schnabelwinkel (Kommissur) bis unter den Hinterrand des Auges, weiter als bei allen anderen Greifvögeln. Mundhöhle, Speiseröhre und Magen sind enorm dehnbar und so weit und zugleich so wenig gegeneinander abgesetzt, dass noch Yak- und andere Rinderwirbel mitsamt den sparrig abstehenden Dorsal- und Transversalfortsätzen und 10 cm dicke Trümmer von Pferde- und Rinderextremitätenknochen verschluckt werden. Hat ein Bartgeier einen langen Knochen verschlungen, kann man (fälschlich) den Eindruck gewinnen, dass dessen eines Ende im Magen schon anverdaut wird, während das andere noch aus dem Schnabel ragt. Hin und wieder sieht man sogar bei fliegenden Bartgeiern noch solch lange Extremitätenknochen aus dem Schnabel ragen. Trotz der oft beachtlichen Länge werden die meisten Knochen erstaunlich schnell, meist innerhalb von 10 bis 20 Sekunden geschluckt. Dabei hält der Vogel quasi „inne“. Man hat dann, ähnlich wie bei Schlangen, den Eindruck, dass die sperrige Nahrung im Hals etappenweise tiefer rutscht, nämlich in dem Ausmaß, wie sich die Speiseröhre ruckelnd über sie stülpt. Hierbei spricht man auch vom Nachwürgen.

Der kräftige Fuß kommt bei der Nahrungsbearbeitung mit dem Schnabel als Widerlager zum Einsatz, indem er den Knochen gegen den Boden drückt. Die Krallen sind kurz und kräftig. Wird ein Knochen fliegend transportiert, dann fungieren die 1. (die Hinter-) Zehe und die 2. (die Innen-) Zehe als Greifzange, so wie bei uns Daumen und Zeigefinger, während die beiden anderen Zehen



Beim Knochen tragenden Bartgeier erkennt man, dass die 3. Zehe (vorn, mittlere Position) und die 4. Zehe (vorn, außen) beim Greifen kaum eine Funktion haben und locker auf dem Knochen liegen.

Foto: M. Kakzmar.

(die 3. und die 4.) weniger beteiligt sind. Das ist schon an der Länge und Stärke der Krallen ersichtlich.

Alle Angehörigen der Gruppe der Greifvögel und besonders die Geier besitzen einen aufdehnbaren Kropf als Speicher für größere, hastig aufgenommene Nahrungsmengen, nur dem Bart- und dem Schmutzgeier fehlt ein solcher. Eine kropffartige Erweiterung der Speiseröhre würde beim Schlucken langer oder spitzer Knochen eine eher hinderliche „Sackgasse“ bilden. Offensichtlich dient beim Bartgeier die gesamte Strecke der Speiseröhre als Behältnis für sperrige Knochen, da die Kapazität des Magens hierfür nicht reicht. Als Schutz gegen scharfkantige Knochenfragmente sind die Wände der Speiseröhre verdickt. Sie besitzen auch keine Schleimdrüsen, wie diese sonst für die allermeisten Vertebraten typisch sind. Während der Verdauungstrakt der aktiv nach Beute jagenden Greifvögel kurz ist (um unnötiges Gewicht zu vermeiden), ist er beim Bartgeier – ebenso wie bei den anderen großen Aasfressern – besonders lang (Speiseröhre 25 cm, Magen 17 cm, Darm 185 cm). Der Magen ist ein dehnbare Schlauch; ein separater Muskelmagen zur Zerkleinerung von

Knochenteilen existiert nicht. In der Wandung des Magens sitzen in hoher Dichte Salzsäure produzierende Zellen (11 Zellen pro $1000 \mu\text{m}^2$). Der Säuregehalt des Magens erreicht einen pH-Wert von 0,7. Dieser Wert ist niedriger als bei anderen Carnivoren und beim Menschen. Es ist praktisch reine Salzsäure und entspricht der Azidität einer Autobatterie. Je niedriger der pH-Wert, um so schneller die Auflösung bzw. Demineralisierung von Knochen. Schon ein pH-Wert von 1,5 würde die für den Knochenabbau erforderliche Zeit verdoppeln. Wie der Magen bei derart extremen Verhältnissen von einem Magengeschwür verschont bleibt, ist noch unbeantwortet. Jedenfalls tritt nach dem Tod eines Bartgeiers sehr schnell die Autolyse der Eingeweide ein.

Im Gegensatz zur Verdauung von Muskelfleisch, die bei den aktiv jagenden Greifvögeln (und auch beim Bartgeier) innerhalb von drei bis sechs Stunden abgeschlossen ist, dauert die Knochenverdauung des Bartgeiers 24 bis 30 Stunden. Der Abbau der mineralhaltigen Knochenmasse braucht eben längere Zeit, auch wenn die Peristaltik des Magens zur Beschleunigung beiträgt. Pepsin und weitere proteolytische Enzyme,



Röntgenbild eines Bartgeiers mit zwei verschluckten Längsknochen, in der Speiseröhre und im Magen.

Foto: A. Senosiain.



Es sind die 1. Zehe (die hintere) und die 2. Zehe (vorn, zur Körpermitte), die den Knochen wie eine Zange umgreifen. Der rechte Fuss zeigt alle vier Zehen und lässt die Greiffunktion der 1. und 2. Zehe erahnen.

Foto: H. Weyrich.

die bei niedrigem pH-Wert ihre optimale Wirkung entfalten, spalten Kollagen und andere Proteine. Während die Nahrungsverwertung – also der Anteil der aufgenommenen Nahrung, der verstoffwechselt wird – bei anderen Greifvögeln 75 bis 80% beträgt, liegt sie beim Bartgeier immerhin noch bei 50%. Das bedeutet im Umkehrschluss, dass die Proteine und Fette aus dem mineralhaltigen Knochen vollständig verwertet werden. Dies stellt eine enorme physiologische Leistung dar und belegt die perfekte Anpassung der Bartgeier an ihre Hauptnahrung.

Die Mineralmasse des Knochens wird unverändert ausgeschieden und enthält überwiegend Hydroxylapatit.

Deshalb ist der cremefarbene Kot von Bartgeiern bei Knochennahrung sehr fest und walzenförmig geformt. Diese Ausscheidungen werden als Koprolithen bezeichnet und erinnern an Kreidestücke von der Schultafel. An geschützten Neststandorten haben solche Koprolithen Jahrhunderte überdauert. Ein Rätsel bleibt, wie die Bartgeier mit den hohen Kalziumkonzentrationen zurechtkommen. Während der Anteil an Kalzium in Fertigfutter für Hühner die Grenze von 1,2% nicht überschreiten darf, hat Knochen einen Kalziumanteil von 15 bis 18%. Offensichtlich werden die Kalziumphosphate während der Darmassage lediglich aus dem Knochen herausgelöst, nicht jedoch



Koprolithen (harter, kalkhaltiger Kot) des Bartgeiers bei Knochennahrung. Maßstab (Kästchen) 5 mm.

Foto: K. Schulze-Hagen.

von der Darmwand aufgenommen. Der Trinkbedarf von Bartgeiern ist hoch, nicht nur weil ihre Nahrung im wahrsten Sinn „knochentrocken“ ist, sondern wohl auch, weil für die Abscheidung der Mineralien größere Mengen an Wasser erforderlich sind.

Auch Bartgeier produzieren Gekälte. Diese enthalten überwiegend Haare und Horn der Klauen, die aus unverdaulichem Keratin bestehen. Darin enthaltene Knochenteile werden herausgepickt und noch einmal gefressen. Darüber hinaus kommt es gelegentlich zum Hochwürgen von Knochenteilen aus dem Magen. Von mehreren prähistorischen Höhlen sind fossile Knochenfragmente von Paläontologen untersucht worden: Sie stammen eindeutig aus der Nahrung von Bartgeiern. Mithilfe solcher ausgewürgter Knochen, die in einer Höhle auf Kreta in großer Zahl erhalten geblieben sind, konnte sogar eine Hypothese zum Aussterben der pleistozänen Fauna (vor circa 10000 Jahren) verworfen werden. Denn vorher war angenommen worden, dass der im Pleistozän sehr häufige Kretahirsch (*Candiacervus*) durch Überweidung und nachfolgende Mangelernährung ausgestorben sei, waren doch die aufgefundenen Knochen oft osteoporotisch (Osteoporose-Hypothese). Diese Osteoporose beziehungsweise Entkalkifizierung ist aber nicht eine Folge von Mangelernährung, sondern erst postmortal entstanden, nämlich infolge der Andauung der Knochen durch Bartgeier.

Knochenbearbeitung

Große Knochen, die für ein Verschlucken zu sperrig sind, werden von den Bartgeiern nicht verschmäht, sondern zertrümmert. Hierin haben es diese geschickten Flieger zur absoluten Perfektion gebracht. Knochen bis zu einem Gewicht von 3 kg (das ist fast das halbe Körpergewicht) können sie mit einem der beiden kräftigen Füße wie mit einer Greifzange halten, ja aus aerodynamischen Gründen sogar an den Körper herandrücken. Bartgeier sind also im wörtlichen Sinn „Greifvögel“, ganz im Gegensatz zu Gänsegeiern, die nicht mit den Füßen tragen. Sie schrauben sich hoch in die Luft, um die Last dann aus einer Höhe von 50 bis 80 m über

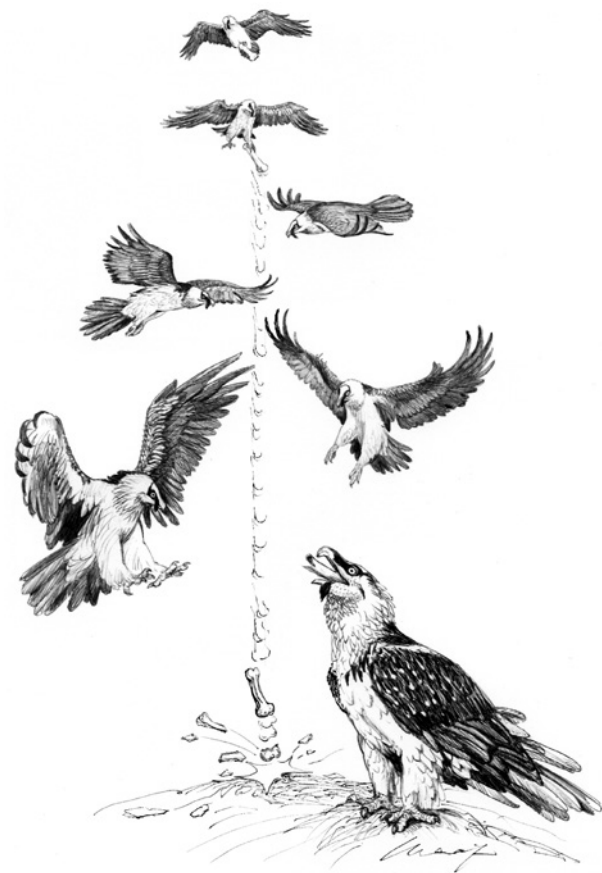
Geröllhalden oder Felsplatten abzuwerfen. In raschen Abwärtsspiralen folgen sie dem fallenden Knochen, der auf steinigem Grund zerschellt, und verspeisen dessen Bruchstücke. Bleibt der Knochen intakt, kann er 20 Mal und mehr hochgetragen und erneut fallengelassen werden, bis er endlich zerbricht. Durchschnittlich wird ein Knochen vier- bis fünfmal abgeworfen, die dafür aufgewandte Zeit beträgt im Schnitt 5,3 Minuten. Dieses Verhalten kommt im spanischen Namen *Quebrantahuesos* und im österreichischen *Boanbrüchel*, das heißt Knochenbrecher, zum Ausdruck und war bereits 1806 von Johann Rudolf Steinmüller (1773–1835) in seiner Zeitschrift „Alpina“ beschrieben worden. Für den Abwurf geeignete Flächen werden regelmäßig aufgesucht und sind oft mit Knochensplintern übersät. Sie heißen Knochenschmieden oder Ossuarien. Nahrungsbearbeitung durch Abwurf aus größerer Höhe kommt auch bei anderen Vögeln vor, so bei Steinadlern, Möwen und Rabenvögeln, ist aber bei diesen längst nicht so regelmäßig und perfektioniert wie bei den Bartgeiern. Deren nächster Verwandter, der Schmutzgeier vermag ebenfalls seine Nahrung zu bearbeiten. Er benutzt wiederum Steine als Werkzeug und wirft diese mit dem Schnabel so lange auf Eier (berühmt sind die Straußeneier-Experimente), bis deren Schale zerbricht.

Die Fallgeschwindigkeit der Knochen wird oft noch gesteigert, indem die Bartgeier in den Sturzflug übergehen, bevor sie den Knochen abwerfen. Weiterhin müssen Zielgenauigkeit, Flughöhe, Fallwinkel und Windverhältnisse perfekt passen, um die Knochen erfolgreich zerschellen zu lassen. Hierzu bedarf es großer Erfahrung und ständigen Trainings im Lauf der langjährigen Jugendentwicklung. Die auffälligen, häufig praktizierten Flugspiele der Jungvögel sowie das spielerische Abwerfen und Wiedereinfangen von Knochen oder Ästen in der Luft gehören dazu.

Im Freiland benötigen Bartgeier täglich 300 bis 400 g, unter den Bedingungen der Volierenhaltung etwa 250 bis 275 g Knochen. Der Nahrungsverbrauch dieser großen Vögel erscheint erstaunlich gering. Allerdings ist der Nährwert von Knochen hoch. Dabei

ist Knochen nicht gleich Knochen. Bevorzugt und zuerst verspeist werden die Teile mit dem größten Nährwert. Bei den mittelgroßen Huftieren, welche die Hauptnahrung darstellen, sind dies die Knochen mit dem höchsten Gehalt an Fett (Oleinsäure), nämlich die Extremitätenknochen (die Läufe), besonders deren hufwärtiger (distaler) Anteil, die sogenannte 3. Phalange. Dagegen bleiben Schädel, Kiefer, Schulterblatt, Wirbelkörper und Rippen an der Fundstelle, auf den Knochenschmieden oder im Nest länger liegen, bevor sie gegebenenfalls verzehrt werden.

Nicht nur sperrige, große Knochen werden zerschmettert. Während der Jungenaufzucht werden auch kleinere Knochen zertrümmert, um sie mundgerecht zu machen. Die Jungen können bereits wenige Stunden nach dem Schlupf Knochenhäppchen aufnehmen und verdauen, in den ersten beiden Lebensmonaten wird aber fast ausschließlich Fleisch verzehrt. Futter für die Jungen wird im



Nachdem der Bartgeier einen Knochen aus größerer Höhe abgeworfen hat, gleitet er in Spiralen abwärts, um die auf dem Boden zerschellten Trümmer zu verzehren.
Zeichnung: H. Maass.



Knochenschmiede (Ossuarium). Oft wird ein Untergrund aus kleingranuliertem Geröll bevorzugt. Die vegetationsfreie Fläche in der Bildmitte wird traditionell als Knochenabwurfplatz genutzt. Foto: A. Margalida.



Kalkstein (hier in den Katalanischen Pyrenäen) als geologisches Substrat wird bevorzugt wegen der Vielzahl an Klippen, die Thermik erzeugen, und als Nistplatz genutzt.

Foto: A. Margalida.



Diverse Knochenrömer aus einer Knochenschmiede.

Foto: A. Margalida.

Schnabel transportiert und nicht wie bei den anderen Geiern hochgewürgt. Zur Aufbereitung der Nestlingsnahrung werden die Knochenschmieden vermehrt genutzt (71% der Fälle); sie befinden sich deshalb oft in Nestnähe (circa 800m Distanz).

Die Knochenschmieden dienen in erster Linie der Nahrungszubereitung, also als Werkstatt zur Zertümmern von Knochen. Ebenso wie am Horst häufen sich hier immer mehr Knochen und Bruchstücke an, die nicht oder nicht sofort verzehrt werden. Damit haben diese Orte eine Funktion, die je nach Situation einer Abfallhalde oder aber einer Vorratskammer entspricht. Als Knochendepot dienen außerdem Nischen in den Felswänden. Denn bei Wetterstürzen und unerwarteten Schneefällen, die das rauhe Klima im Gebirge kennzeichnen, muss die Suche nach neuer Nahrung ausfallen. Dann werden solche vorher verschmähten Knochen schnell zum „Brot in der Not“.

Die perfekte ökologische Nische

Es ist eine ganze Palette an Anpassungen, die es dem Bartgeier ermög-



Die Knochen eines von einer Lawine getöteten Steinbocks stehen den Bartgeiern über Monate hinweg als Nahrung zur Verfügung.

Foto: P. Schild.

licht, sich vorwiegend von Knochen zu ernähren. Hierbei greift eine Reihe anatomisch-physiologischer und ökologischer Anpassungen ineinander. Weil das Vorkommen von Aas wenig vorhersagbar ist und weil Fleisch rasch verwest, stehen die Mitglieder der Gilde der Aasfresser unter hohem Konkurrenz- und Zeitdruck. Nicht jedoch der Bartgeier, der von den übriggebliebenen Knochen lebt, die noch nach Monaten zum Verzehr geeignet sind. Bartgeier kehren noch Monate nach dem Tod eines Tieres zu dessen Resten zurück, um Knochen zu holen. Nach langer Lagerungsdauer sind Knochen austrocknungsbedingt um 30% leichter und somit besser transportabel, was deren Attraktivität nur fördert. Da Knochen mindestens zehnmals so lange wie Fleisch verwertbar sind, kann ein auf Knochen spezialisierter Aasfresser bereits mit einem Zehntel der Zahl an Kadavern auskommen – ein enormer Vorteil für den Bartgeier. Unter der Voraussetzung, dass ein Bartgeier 300g Knochen pro Tag frisst, kann er sich von einem Schafsskelett einen ganzen Monat lang ernähren. Deshalb ist er imstande, selbst die rauen Hochgebirgsregionen des Himalaja, in denen die Dichte an Huftieren oft nur gering ist, zu besiedeln.

Es stellt sich die Frage, warum denn nicht auch andere Vögel auf diesen „Trick“ gekommen sind? Die Spezialisierung auf Aas ist umso profitabler, je geringer der Energieverbrauch bei der Nahrungssuche ist. Alle Geier sind perfekte Segelflieger und verbrauchen deshalb deutlich weniger Flugenergie als aktiv jagende Greifvögel. Kleinere Vögel mit höherem Energieumsatz sind schon deswegen von der Knochenverwertung ausgeschlossen, weil der Knochenabbau mehr als 24 Stunden benötigt. Mit einem durch Knochen beschwerten Magen wäre darüber hinaus deren Flugfähigkeit nachhaltig beeinträchtigt. Geier als Großvögel können Hungerphasen besser überdauern als kleinere Vögel. Deshalb konnte es sich nur ein großer Segelflieger im Lebensraum Gebirge „erlauben“, sich auf Knochen zu spezialisieren. Dies ist allein dem Bartgeier gelungen. Seine Nische ist allerdings komplex und macht ihn deshalb als hochspezialisierten Großvogel anfällig für Veränderungen seines Lebensraumes, wie sie durch uns Menschen verursacht werden.

Karl Schulze-Hagen, Hans Frey, Antoni Margalida



Auf dem Rand des Horstes mit einem etwa 50 Tage alten Jungvogel lagern zahlreiche Knochen mittelgroßer Herbivoren, zum Teil mit Hufen.

Foto: A. Margalida.

Literatur zum Thema (s. Seite 80):

Blumstein 1990; Brown & Plug 1990; Frey & Llopis 2015; Girtanner 1879; Glutz von Blotzheim et al. 1971; Heredia et al. 1990; Hirzel et al. 2004; Houston & Copsey 1994; Kruuk 1972; Margalida & Bertran 2001; Margalida et al. 2003; Margalida et al. 2007; Margalida 2008a; Marín-Arroyo & Margalida 2012; Robert & Vigne 2002; Robert Attard & Reumer 2009; Robin et al. 2003; Ruxton & Houston 2004; Schäfer 1938; Stemmler 1932; Thaler et al. 1986.



Dr. Karl Schulze-Hagen ist Amateur-Ornithologe, der vorwiegend über Rohrsänger und Brutparasitismus arbeitet. Als Mediziner faszinierte ihn die vollständige Verdauung von Knochen beim Bartgeier.

Dr. Hans Frey, bis zur Pensionierung als Wissenschaftler an der Veterinärmedizinischen Universität Wien, ist Zuchtbuchführer und Koordinator des Bartgeierprojektes sowie Leiter der Station für Eulen- und Greifvogelschutz in Haringsee.



Dr. Antoni Margalida ist Wissenschaftler an den Universitäten Lleida und Bern. Seine Arbeitsgebiete sind Conservation Biology, Verhaltensökologie und ökologisches Modelling bedrohter Vertebraten, besonders des Bartgeiers.

- Angelov I 2011: Rettungsaktion auf dem Balkan: Schmutzgeier in Bulgarien. Falke (9): 372–378.
- Bassi E, Ferloni M 2012: L'esposizione dei rapaci al piombo: il caso della provincia di Sondrio. In: Andreotti A, Borghesi F (eds): Il piombo nelle munizioni da caccia: problematiche e possibili soluzioni. Rapporti ISPRA 158: 53–54.
- Bassi E et al. 2014: Il rischio di saturnismo negli uccelli necrofagi in relazione alle attuali modalità di caccia degli ungulati. In: Tinarelli R et al. Atti XVI Convegno Italiano di Ornitologia. Cervia (RA), 22–25 settembre 2011. Scritti, Studi e Ricerche di Storia Nat. della Rep. di San Marino: 450–457.
- Betheg P 2013: Tiere. Nirgends Kadaver. Der Spiegel 44/28.10.13: 120, 121.
- BirdLife International 2004: Birds in Europe: population estimates, trends and conservation status. BirdLife Int., Cambridge, UK.
- Blumstein DT 1990: An observation of play in Bearded Vultures. Condor 92: 779–781.
- Brown CJ, Plug I 1990: Food choice and diet of the Bearded Vulture (*Gypaetus barbatus*) in Southern Africa. S Afr J Zool 25: 169–177.
- Cardenal AC 2011: Ein vermeidbarer Konflikt: Geier und Windenergieanlagen. Falke 58 (12): 504–507.
- Choisy JP, Terrasse M 2007: Réintroduction du vautour fauve. LPO, Parc National des Cévennes, Parc Naturel Régional des Grands Causses.
- del Hoyo J, Collar NJ 2014: Illustrated checklist of the birds of the world. Vol 1. Lynx Editions, Barcelona.
- del Hoyo J, Elliott A, Sargatal J (eds) 1994: Handbook of the Birds of the World, Vol. 2. Lynx Editions, Barcelona.
- Fajardo I et al. 2015: Técnica forense y policía científica. In: Fajardo I et al. (eds): Manual de Protección Legal de la Biodiversidad para los Agentes de la Autoridad Ambiental en Andalucía (3rd ed.); Consejería de Medio Ambiente, Junta de Andalucía: Sevilla: 318–363.
- Fajardo I et al. 2014: La investigación en los casos de uso ilegal de veneno: procedimiento y técnicas de investigación. In: Bodega Zugasti D., de la (ed): Uso ilegal de cebos envenenados. Investigación y análisis jurídico. SEO/BirdLife-Proyecto Life + VENENO: Madrid: 55–85.
- Flint P, Stewart P 1992: The birds of Cyprus. Second edition. Brit. Ornithol. Union, UK.
- Frey H, Llopis A 2015: Bearded Vulture EEP: Guidelines for feeding bearded vultures in captivity. Vulture Conservation Foundation.
- Girtanner, A 1879: Zur Pflege und Ernährung des Bartgeiers in der Gefangenschaft. Mitt. Ornithol. Ver. Wien 3: 112–115.
- Glutz von Blotzheim UN et al. 1971: Handbuch der Vögel Mitteleuropas. Bd. 4. Akad. Verlagsges., Frankfurt.
- Gu X, Krawczynski R 2012: Tote Weidetiere – staatlich verhinderte Förderung der Biodiversität. Artenschutzreport 28/2012: 60–64.
- Haas DG et al. 2009: Erfahrungsbericht zum anhaltenden Geiereinflug nach Deutschland – Schlussfolgerungen und Chancen für den Naturschutz. Pop Ökol Greifv- und Eulen 6, 133–141.
- Haas DG 2011a: Altweltgeier in der Mythologie und im religiösen Brauchtum. Der Geier als Gott. Vögel 2/2011, 52–53.
- Haas DG 2011b: Blei vergiftet unsere Großgreifvögel: Der Seeadler als Forschungsmodell. Falke, Sonderheft Greifvögel, 27–29.
- Haas DG et al. 2011: Spektakulärer Geiereinflug auf die Schwäbische Alb – Was ist künftig zu erwarten? Natursch. Alb-Neckar, (2): 21–28.
- Hauber G 1941: Raubwild im Gebirge um den Königssee. Bergheimat 21 (2): 5–6.
- Heredia R et al. 1990: Ingestion of eagle own *Bubo bubo* pellets by lammergeiers *Gypaetus barbatus*. Ibis 132: 127.
- Hirzel A et al. 2004: Ecological requirements of reintroduced species and the implications for release policy: the case of the bearded vulture. J Appl Ecol 41: 1103–1116.
- Hözlinger J 2012: Das Alter des historischen Brutvorkommens des Gänsegeiers *Gyps fulvus* im Oberen Donautal auf der Schwäbischen Alb. Ornithol. Jh. Bad.-Württ. 28: 1–18.
- Houston DC, Cope JA 1994: Bone digestion and intestinal morphology of the bearded vulture. J Raptor Res 28: 73–78.
- Izquierdo D, Zink R 2014: International Bearded Vulture Monitoring (IBM) Annual Report 2013.
- Jäckel AJ 1891: Systematische Übersicht der Vögel Bayerns. Oldenbourg, München.
- Kobell v F 1859: Wildanger – Skizzen aus dem Gebiete der Jagd und ihrer Geschichte mit besonderer Rücksicht auf Bayern. Cotta, Stuttgart.
- König C et al. 2013: Sommer 2013 – Graugänse, Gänsegeier und Kreuzschnäbel. Falke 60 (10): 410–415.
- Krüger S C et al. 2014: Trends in territory occupancy, distribution and density of the Bearded Vulture *Gypaetus barbatus meridionalis* in Southern Africa. Bird Conservation International 24.
- Krüger T, Krüger J-A 2007: Einflug von Gänsegeiern *Gyps fulvus* in Deutschland 2006: Vorkommen, mögliche Ursachen und naturschutzfachliche Grundlagen. Limicola 21: 185–217.
- Margalida A, Bertran J 1996: Quebrantahuesos (*Gypaetus barbatus*) ingiriendo sus propias egagrópilas. Butll. GCA 13: 49–51.
- Margalida A, Bertran J 2001: Function and temporal variation in use of ossuaries by bearded vultures (*Gypaetus barbatus*) during the nestling period. Auk 118: 785–789.
- Margalida et al. 2003: Territory change and nest-site switching in the bearded vulture (*Gypaetus barbatus*). J Raptor Res 37: 333–337.
- Margalida A et al. 2007: Factors influencing breeding density of Bearded Vultures, Egyptian Vultures and Eurasian Griffon Vultures in Catalonia (NE Spain): management implications. Anim Biodiv Conserv 30: 189–200.
- Margalida A 2008a: Presence of bone remains in the ossuaries of bearded vultures (*Gypaetus barbatus*): storage or nutritive rejection? Auk 125: 560–564.
- Margalida A 2008 b: Bearded vultures (*Gypaetus barbatus*) prefer fatty bones. Behav Ecol Sociobiol 63: 187–193.
- Margalida A, Bertran J, Heredia R 2009: Diet and food preferences of the endangered Bearded Vulture *Gypaetus barbatus*: a basis for their conservation. Ibis 151: 235–243.
- Margalida A et al. 2013: Uneven large-scale movement patterns in wild and reintroduced pre-adult bearded vultures: conservation implications. PLOS One 8: e65857.
- Margalida A, Moleon M 2014: Sanitary costs. Dupont 2012.
- Marin-Arroyo AB, Margalida A 2012: Distinguishing Bearded Vulture activities within archeological contexts: identification guidelines. Int J Osteoarcheol 22: 563–576.
- Mateo R et al. 2003: Lead and arsenic in bones of birds of prey from Spain. Environ Poll 126:107–114.
- Metzner J et al. 2010: Extensive Weidewirtschaft und Forderungen an die neue Agrarpolitik. Natenschutz Landschplan 42 (12): 357–366.
- Müller HU, Buchli C 1982: Projekt Bartgeier. Arbeitsbericht FORNAT, Zürich/Zernez, pp. 65.
- Psenner H 1977: The successful breeding of the Bearded Vulture in the Alpenzoo. Proc World Conf Birds of Prey, Vienna 1975: 370–371.
- Richards NL, Ogada D 2015: Veterinary agents and poisons threaten avian scavengers in Africa and Europe. Royal Soc Chemistry-Environmental Chemistry Group-Bulletin. January 2015: 17–19.
- Richards NL et al. 2014: Merging wildlife and environmental monitoring approaches with forensic principles: Application of unconventional and non-invasive sampling in eco-pharmacovigilance. J For Res 5: 228, doi: 10.4172/2157-7145.1000228
- Robert I, Vigne J-D 2002: Bearded Vulture (*Gypaetus barbatus*) contributions to the constitution of two different bone assemblages: Modern reference data and an archeological example in Corsica. Acta zool cracov 45: 319–329.
- Robert Attard I, Reumer JWF 2009: Taphonomic reinterpretation of a bone sample of endemic Pleistocene deer from Crete (Greece): osteoporosis versus regurgitation. Paleodiversity 2: 379–385.
- Robin K et al. 2003: Der Bartgeier. Uznach.
- Ruxton GD, Houston DC 2004: Obligate vertebrate scavengers must be large soaring fliers. J Theor Biol 228: 431–436.
- Stübing S 2011: Rückblick 2010: Gänsegeier in Deutschland. Falke 58 (1): 30–31.
- Schumann A 1916: Erfolgreiche Zucht von *Gypaetus barbatus* im königlichen zoologischen Garten von Sofia. Zool. Beob. 57: 209–216.
- Stemmler C 1932: Die Adler der Schweiz. Zürich.
- Terrasse M et al. 2004: A success story: the reintroduction of griffon *Gyps fulvus* and black *Aegypius monachus* vultures in France. In: Chancellor RD, Meyburg BU (ed.), Raptors Worldwilde, WWGBP- MME (Birdlife Hungary): 127–145.
- Terrasse M, 2006: Evolution des déplacements de vautours fauves *Gyps fulvus* en France et en Europe. Ornithos 13 (5): 273–299.
- Thaler E, Pechlaner H 1978: Volierenbrut und Handaufzucht beim Bartgeier (*Gypaetus barbatus aureus*). Meeting on the reintroduction of the bearded vulture, *Gypaetus barbatus aureus* (Hablizl 1788) into the Alps. Report of proceedings, Morges 17.-18.11.1978: 81–96.
- Wagner AJ ca. 1850: Übersichtskarte der Verbreitungsverhältnisse der merkwürdigsten wildlebenden Thiere in Bayern. Ein Versuch nach den Angaben königlicher Forstämter und nach eigenen Erfahrungen. Aufbewahrt in der Staatsbibliothek München.
- Wagner AJ 1846: Beiträge zur Kenntnis der bayerischen Fauna. Münchener Gelehrte Anzeigen, Nr 81 u. f. München.
- Wolfram K, Huyghe M 2013: Sanfte Riesen mit kompliziertem Liebesleben: Mönchsgeier in Europa. Falke 60 (7): 268–273.
- Wüst W 1981: Avifauna Bavariae Bd. 1, Ornithol. Ges. Bayern, München.

Internetlinks

www.4vultures.org • www.balkanvultures.net • www.rewildingeurope.com/
www.iucn-vulturenews.org/ (Vulture News Journal)

„Vulture Conservation in the Balkan Peninsula and Adjacent Regions“ – 10 Year of Research and Conservation. Download www.balkanvultures.net/Downloads/bvap_booklet