

Vorkommen und Ausbildung der Fingerkrallen bei rezenten Vögeln

Burkhard Stephan

Einleitung

Die Tatsache, daß sich Funktionen und Strukturen aufeinander abgestimmt erweisen und bestimmte Funktionen an bestimmte Strukturen gebunden sind, führte zu der Überzeugung, daß es funktionslose Strukturen nicht gibt. Bei Funktionswechsel von Organen oder Organsystemen bleibt jedoch oftmals außer acht, daß die Strukturen meistens mehrere Funktionen haben und es für den Reduktionsprozeß auch Voraussetzungen gibt, die mit dem Wegfall einer Funktion nicht unmittelbar in Zusammenhang zu stehen brauchen. Ein Beispiel hierfür sind die Fingerkrallen der Vögel. Noch ist relativ wenig über sie bekannt. Seit Beginn des vorigen Jahrhunderts weiß man zwar, daß auch einige rezente Vögel Fingerkrallen haben, ihre Funktion jedoch blieb unbeachtet. Um so stärker ist das Interesse an der Frage, welche Funktion(en) wohl die Fingerkrallen der Urvögel gehabt haben könnten. Eine Übersicht über die verschiedenen Hypothesen und Theorien findet sich bei STEPHAN (1987). Im wesentlichen sind es zwei gegensätzliche Vorstellungen, die gegenwärtig diskutiert werden:

1. Die Urvögel hatten unbefiederte, freie, aus den Flügeln herausragende Finger; die großen, gebogenen und spitzen Fingerkrallen benutzten sie zum Klettern an Bäumen und im Geäst oder bei der Nahrungsgewinnung.
2. Die Urvögel konnten ihre Fingerkrallen gar nicht benutzen, weil die Finger aufgrund der Flügelkonstruktion nicht aus dem Gefieder herausragten und die ebenfalls mit der Flügelbildung in Zusammenhang stehende Beugung des Handgelenkes sowie die Stellung der distalen Handschwingen und der Alulafedern den Einsatz der Fingerkrallen nicht mehr zuließen.

Die an Aktualität gewinnende Urvogelforschung rückte auch diese Fragen wieder in den Blickpunkt.

Die erste Vorstellung basiert auf der Erkenntnis, daß wohlausgebildete Strukturen funktionell stark beansprucht sind und funktionslos gewordene Strukturen der Reduktion unterliegen. Die zweite Vorstellung befindet sich damit nicht im Widerspruch. Sie sieht nur den funktionellen Zusammenhang nicht so ausschließlich und unmittelbar (Krallen und Klettern, Krallen und Beutefang), sondern berücksichtigt stärker den Funktionswechsel der zu Flügeln gewordenen Vorderextremitäten sowie die Polyfunktionalität von Strukturen. Sie berücksichtigt ferner, daß Strukturen nicht einfach wegfallen können, wenn sie für die eine oder andere Funktion nicht mehr gebraucht werden, wenn Reduktionen evolutive Prozesse sind und damit den morpho-

logischen Veränderungen genetische vorausgehen müssen oder aber ein Wandel in der Ontogenese des betreffenden Bereichs des Organismus.

Da die rezenten Vögel ihre Fingerkrallen weder beim Klettern (Ausnahme: junge Hoatzins, *Opisthocomus hoazin*) noch bei der Nahrungsgewinnung benutzen, wäre nach der ersten Vorstellung zu erwarten, daß sie keine oder zumindest keine kräftig ausgebildeten Fingerkrallen mehr hätten. Dennoch gibt sie es bei einer beachtlichen Anzahl von Arten. Unsere Kenntnis hierüber ist jedoch noch lückenhaft. Die Studie soll diese Lücken wenigstens so weit schließen, daß Vertreter aller Ordnungen und der meisten Familien untersucht sind. Im Ergebnis können die bisherigen Verallgemeinerungen bestätigt oder ergänzt, z. T. müssen sie auch revidiert werden.

Material, Methode, Terminologie

Die Untersuchung nahm ich an Bälgen, in wenigen Fällen an aufgestellten Vögeln der Ornithologischen Abteilung des Zoologischen Museums und Instituts für Spezielle Zoologie, Museum für Naturkunde an der Humboldt-Universität zu Berlin, an Vertretern aller Ordnungen und der meisten Familien, insgesamt an ca. 350 Arten und 370 Individuen vor. Die Auswahl der Arten und Individuen für die Stichproben erfolgte zufällig. Nur in einigen Fällen, wie z. B. den Kiebitzen, habe ich mehr Arten einbezogen als sonst.

Weitere Untersuchungen sind erforderlich. Wichtig wäre vor allem die Überprüfung der Ergebnisse an frischtoten Vögeln, da bei einigen Arten die Fingerkrallen sehr leicht abfallen, so daß man nie ganz sicher sein kann, ob Fingerkrallen am Balg stets noch erhalten sind.

Bei einiger Übung lassen sich die Stellen am Flügel, an denen die Krallen zu finden sind, recht gut ertasten, so daß nur wenige Federn zur Seite gebogen werden müssen. Um diese Federn nicht zu knicken oder abzubrechen, feuchtete ich sie wie bei Mauserstudien mit 70%igem Alkohol an und verwendete eine vorn leicht gewinkelte Nadel. Die Federn lassen sich so nach der Untersuchung wieder ordnen und in die ursprüngliche Lage bringen.

Kralle und Nagel werden häufig synonym verwendet. Krallen sind jedoch vorn spitz auslaufende und meist abwärts gebogene Kappen aus Horn. Sie bilden den Abschluß der Strahlen (Digiti) der Vorder- und Hinterextremitäten. Nägel sind dagegen zu Platten umgewandelte Krallen, die die distalen Finger- und Zehenglieder dorsal bedecken. Sie kommen nur bei Primaten vor.

Hinsichtlich der Homologie und damit der Bezeichnung und Numerierung der Finger besteht noch immer keine Übereinstimmung: I, II, III oder II, III, IV. BAUMEL (1979) schlägt deshalb vor, von *Digitus alularis*, *D. major* und *D. minor* zu sprechen. In der Bezeichnung der Fingerkrallen (*Ungues digitorum manus*) könnte man dem folgen. Ich verwende aber K für Kralle und richte mich in der Numerierung nach der Phalangenformel. Die urtümliche ist 2-3-4-5-4, diejenige der Urvögel 2-3-4. Deshalb bezeichne ich die Finger mit I, II, III. Die Krallen mit K1, K2 und K3. Von den Krallen sind die (an einigen Stellen erwähnten) Sporne oder Sporen zu unterscheiden, die manche Arten am Flügelbug haben, worauf bereits JEFFRIES (1881, nach FISHER 1940) hingewiesen hat.

Um einen Überblick zu erreichen, welche Arten bzw. Gattungen bereits untersucht wurden, sind in nachfolgender Auflistung neben den eigenen Daten die Literaturdaten mit erfaßt, wobei in der Regel nach dem Erscheinungsjahr zitiert ist: WETMORE 1920, HEILMANN 1926, STRESEMANN 1927—34 (nach WRAY 1887, W. K. PARKER 1888, T. J. PARKER 1891, STEINER 1914,

1922), FISHER 1940 (zitiert NITZSCH 1811, JEFFRIES 1881, SCHUFFELDT 1881, FORBES 1882, SCLATER 1886, GADOW 1893, PYCRAFT 1903, WETMORE 1920), BERNDT & MEISE 1959, LANDBOROUGH THOMSON 1965, BAUMEL 1979, CAMPBELL & LACK 1985, BEZZEL & PRINZINGER 1990. Eigene Daten und Schlußfolgerungen sind im Anschluß an Literaturbefunde entweder als neuer Absatz oder mit Gedankenstrich vermerkt.

Abkürzungen und Definitionen:

K1: Krallen des 1. Fingers (Unguis digiti alularis)

K2: Krallen des 2. Fingers (Unguis digiti majoris)

K3: Krallen des 3. Fingers (Unguis digiti minoris)

Knochenzapfen: vorstehender Zapfen am Flügelbug ohne Hornscheide

l: links; r: rechts; kl: klein

alle Maße in mm; Länge gebogener Krallen: Gerade gemessen vom Ansatz bis zur Spitze

Ergebnisse

Struthioniformes (Tab. 1)

HEILMANN (1926): K1 und K2; STRESEMANN (1927/34): K1, K2, zuweilen auch K3; BEZZEL & PRINZINGER (1990): K1, K2 und K3.

K1 ist relativ flach und nur leicht gebogen, K2 seitlich zusammengedrückt und viel stärker als K1 gebogen. Beide K sind kräftig und spitz. Bei den pull. und ad. ist K1

Tab. 1. Fingerkrallen bei Struthioniformes, Rheiformes, Casuariiformes (eigene Befunde).

	K1		K2	
	mm	Form	mm	Form
<i>Struthio camelus</i>				
pull.	1		3	
pull.	3	flach, Spitze gebogen	4	seitl. zusammengedrückt, Spitze gebogen
♀ ad.	7	rel. gerade	11	gebogen
♀ ad.	8	rel. gerade	12	gebogen
Skelett ad.	10	rel. gerade	14	gebogen
♂ ad.	13	rel. gerade	20	gebogen
<i>Rhea americana</i>				
2 pull.	je 3		—	
pull.	4		—	
ad.	13		—	
ad.	16		—	
<i>Rb. pennata</i>				
ad.	8 l., 10 r.		—	
<i>Casuaris spec.</i>				
pull. (Ei)	—		3,5	flach, gerade, spitz
<i>C. casuaris</i>				
ad.	—		14	
<i>Dromais novaehollandiae</i>				
pull.	—		5	wie <i>Casuaris</i>
juv.	—		4	

kürzer als K2. Beide wachsen während der Ontogenese etwa gleichstark, so daß K2 bei den ad. um ein Viertel bis ein Drittel länger als K1 ist.

Rheiformes (Tab. 1)

HEILMANN (1926): K1, selten K2 (wird später reduziert); ebenso STRESEMANN (1927/34), BEZZEL & PRINZINGER (1990).

Ich fand nur K1, die sich während der Ontogenese etwa um das 4fache vergrößert.

Casuariiformes (Tab. 1)

HEILMANN (1926), STRESEMANN (1927/34), BEZZEL & PRINZINGER (1990): nur K2.

Bei Casuariidae und Dromaiidae ist nur K2 vorhanden. Sie ist gerade, etwas breiter als hoch und ihre Spitze gebogen. Bei *Casuarius* war sie bei den ad. etwa 4mal so groß wie bei den pull.

Apterygiformes (Tab. 2)

HEILMANN (1926), STRESEMANN (1927/34) u. a. nur K2.

Nur K2 vorhanden. Sie ist stark gebogen und bildet einen Teil des Flügelvorderrandes. Ihre Länge schwankt beträchtlich (zwischen 4 und 19 mm), bei einem Ex. war die linke fast 3mal so lang wie die rechte. Die Kiwis gehören zu den Vögeln, deren Krallen weiterwachsen.

Tinamiformes (Tab. 2)

FISHER (1940): 1 pull., keine K.

Nach meinen Daten sind K1 und K2 mit 1,5 bzw. 1 mm Länge und als leicht gebo-

Tab. 2. Fingerkrallen bei Apterygiformes und Tinamiformes (eigene Befunde).

	K1		K2	
	mm	Form	mm	Form
<i>Apteryx australis</i>				
ad.	—		4	
ad.	—		7 r., 19 l.	
ad.	—		12	
<i>A. owenii</i>				
ad.	—		4	
<i>Tinamu tao</i>				
pull.	1,5		1	
ad.	—		—	
<i>T. major</i>				
ad.	—		—	
<i>Nothocercus julius</i>	—	Zapfen	—	
<i>N. bonapartei</i>	—	Knopf	—	winzige Spitze
<i>Crypturellus tataupa</i>				
pull.	1		—	Spitze
<i>Nothura maculosa</i>				
pull.	—	Spitze	—	Spitze

gene, an der Basis relativ breite Spitze bei den pulli besser ausgebildet als bei den ad., bei denen K1 nur 1 mm erreicht oder nur als Spitze vorhanden ist bzw. ganz fehlt und K2 ebenfalls nur in Form einer kleinen Spitze vorhanden ist oder ganz fehlt. Die K fehlen bereits bei den pulli (FISHER 1940) oder sie wachsen während der Ontogenese nicht weiter bzw. werden sogar reduziert.

Procellariiformes

Diomedeidae

FISHER (1940): *Diomedea* 5 ad. keine K.

Procellariidae

FISHER (1940): *Puffinus* (20 imat. + ad.), *Thyellodroma* (5 ad.), *Pterodroma* (3 ad.), *Bulweria* (1 ad.), *Fulmarus* (20 ad.), *Daption* (2 ad.) keine K.

Keine Krallen wurden gefunden bei *Daption capense*, *Fulmarus glacialis*, *Pachyptila forsteri*, *Calonectris leucomelas*, *Pterodroma neglecta* (pull.).

Hydrobatidae

FISHER (1940): *Hydrobates* (1 ad.), *Halocyptena* (8 ad.), *Oceanodroma* (6 ad.), *Pelagodroma* (1 ad.) keine K.; *Oceanodroma* 10 pull. K1 rudimentär.

Die Procellariiformes haben weder K1 noch K2.

Sphenisciformes

Keine Daten in der Literatur.

Eigene Daten: 2 pull. *Spheniscus demersus* keine K. Die Pinguine scheinen keine K zu haben. An Bälgen von ad. Vögeln läßt sich das nicht nachprüfen, da sich die Federn nicht zur Seite biegen lassen.

Gaviiformes

FISHER (1940): *Gavia* (20 immat./ad.) K1 5 mm gebogen oder gerade; BAUMEL (1979): K1 vorhanden.

Gavia stellata: K1 3 mm, K2 fehlt. *Gavia arctica*: ad K1 4 mm, K2 fehlt; bei einem pull. K1 und K2 winzig, bei einem anderen keine Krallen gefunden. K1 ist bei ad. also 3–5 mm lang und entwickelt sich demnach während der Ontogenese weiter.

Podicipediformes

FISHER (1940): je 1 pull. *Podilymbus*, *Podiceps* und *Aechmophorus* keine K.

Ein pull. *Podiceps cristatus* K1 und K2 winzige Spitze, 2 ad. *Centropelma micropterym* je K1 und K2 winzige Spitze, 1 ad. *Podilymbus podiceps* K1 0,5 mm, 1 ad. *Podiceps cristatus* sowie *Tachybaptus ruficollis* keine K. Bei den Podicipediformes sind im Unterschied zu den Gaviiformes die K schon weitgehend reduziert.

Pelecaniformes

Phaethontidae

FISHER (1940): *Phaethon*: (1 pull.) 1,5 mm; (16 ad.) 1,75 mm gebogen oder gerade.

Sulidae

FISHER (1940): (19 ad.), *Morus* (1 ad.) keine K. — *Morus capensis* und *Sula sula* keine K.

Phalacrocoracidae

FISHER (1940): *Phalacrocorax* (3 pull. 20 immat./ad.) keine K. — *Phalacrocorax carbo* keine K, *Nannopterum harrisi* keine K.

Anhingidae

FISHER (1940): *Anhinga* (1 ad.) keine K. — *Anhinga rufa* keine K.

Pelecanidae

FISHER (1940): *Pelecanus* (2 pull./2 ad.) keine K. — *Pelecanus occidentalis* (2 Ex.), *P. erythrorhynchos* keine K.

Fregatidae

FISHER (1940): *Fregata* (20 immat./ad.) keine K. — *Fregata ariel* keine K.

K1 und K2 fehlen. Nur die Phaetontidae haben eine gerade oder gebogene kurze K1, die nicht oder nur geringfügig während der Ontogenese wächst.

Ciconiiformes

Nach BAUMEL (1979) ist K1 vorhanden.

Ardeidae

FISHER (1940): *Ardea* (20 immat./ad.), *Nycticorax* (4 pull./3 ad.), *Casmerodias* (20 immat./ad.), *Demogretta* (4 ad.) keine K.

Keine Krallen bei *Ardea goliath*, *A. cinera* (ad./pull.), *Botaurus stellaris* (ad./pull.), *Cochlearius cochlearius*.

Scopidae

Nach eigenen Befunden *Scopus umbreta* keine K.

Ciconiidae (Tab. 3)

FISHER (1940): *Euxenura* 2 ad. K1 2,0–2,5 mm (kräftig, Spitze gebogen), K2 fehlt; *Mycteria* 4 ad. K1 3–5 mm (leicht gebogen), K2 fehlt.

Balaenicipitidae (Tab. 3)

Threskiornithidae (Tab. 3)

FISHER (1940): *Plegadis* (20 immat./ad.) K1 0,5–2,0 mm, K2 fehlt, *Guara* (6 immat./ad.) an 1 Flügel eines immat. K1 1,5 mm, *Ajaia* (3 ad.) K1 2,3 mm; K2 fehlt bei allen.

Bei den Ciconiiformes gibt es große Unterschiede zwischen den Familien: Ardeidae und Scopidae haben keine Fingerkrallen mehr, viele Arten der Ciconiidae nur K1 (sie ist bis zu 3–5 mm lang und gebogen). K2 wurde bisher nur bei Vertretern von 4 Gattungen nachgewiesen. Sie ist wie K1 gebogen, bei *Leptoptilus* wie K1 breit und flach. *Balaeniceps* hat nur K1. Die Threskiornithidae wiederum sind sehr variabel: Einige

Tab. 3. Fingerkrallen bei Ciconiidae, Balaenicipitidae, Threskiornithidae (eigene Befunde).

	K1		K2	
	mm	Form	mm	Form
<i>Mycteria americana</i>	5		—	
<i>Anastomus lamelligerus</i>	2		—	
<i>Dissoura episcopus</i>	3		—	
<i>Ciconia ciconia</i>	5		—	
<i>Ciconia ciconia</i> pull.	1,5		—	
<i>C. abdimi</i>	2		0,5	
<i>Leptoptilus crumeniferus</i>	3,5		2	
<i>Balaeniceps rex</i>	2,5		—	
<i>Threskiornis aethiopica</i>	—	winzige Spitze	—	Knopf
<i>Geronticus eremita</i>	4,5		2,5	
<i>Lamprolaima rar</i>	—		—	
<i>L. olivaceus</i>	3		—	
<i>Hagedashia hagedash</i>	7		—	Knopf
<i>Platalea alba</i>	4		1	

Arten haben weder K2 noch K1, einige nur K1 und mehrere Arten auch K2, die weniger gut, aber auch breit und kräftig (z. B. *Geronticus*) oder auch besser entwickelt sein kann als K1 (z. B. *Plegadis*). Die Threskiornithidae würden sich für eine Studie über den Reduktionsprozeß der Fingerkrallen eignen.

Phoenicopteriformes

STRESEMANN (1927/34) sowie BEZZEL & PRINZINGER (1990): K1 und K2 vorhanden; FISHER (1990): *Phoenicopterus* (2 immat./ad.) K1 4,0 mm, K2 fehlt.

Eigene Befunde: *Phoenicopterus ruber* K1 10 mm, K2 fehlt. K1 ist kräftig, gebogen; K2 fehlt, das Krallenglied ist aber noch vorhanden.

Anseriformes

BAUMEL (1979): K1 und bei pull. auch K2.

Anhimidae (Tab. 4)

STRESEMANN (1927/34): *Chauna* K1.

Anatidae (Tab. 5)

HEILMANN (1926): pull. z. T. K1 und K2; ad. Enten, Gänse, Schwäne K1. STRESEMANN (1927—34): K1; BEZZEL & PRINZINGER (1990): Enten haben K1.

Tab. 4. Krallen und Sporne bei Anhimidae (in mm; eigene Befunde)

	Sporn		K1	K2
	Bug	Hand		
<i>Anhima cornuta</i>	44	8	5	Höcker
<i>Chauna chavaria</i>	40	13	10	3,5

Tab. 5. Fingerkrallen bei Anatidae.

	K1		K2	
	mm	Bemerkung	mm	Bemerkung
FISHER 1940:				
<i>Cygnus</i> (12 ad.)	6,1	bei 1 ad. 0	—	
<i>Dafila</i>				
4 pull.	0,9		—	rudimentär
6 immat./ad.	0,9		—	
<i>Aix</i>				
2 pull.	0,9		0,5	
8 immat./ad.	0,8		—	rudimentär
<i>Spatula</i>				
4 pull.	1,0		—	
10 immat./ad.	1,0		—	rudimentär
<i>Anas</i>				
1 pull.	0,9		—	
9 immat./ad.	0,9		—	
<i>Nettion</i>				
1 pull.	1,1		0,5	nur 1 Flügel
5 immat./ad.	1,2		—	
<i>Querquedula</i>				
3 pull.	0,8		0,5	an 4 Flügeln
4 immat./ad.	0,9		—	oder rudimentär
STEPHAN:				
<i>Cygnus bewickii</i>	6		—	
<i>Anseranas semipalmata</i>	3		1,5	
<i>Plectropterus gambensis</i>	9		—	
<i>Anser albifrons</i>	1,5		—	
<i>Cygnopsis cygnoides</i>	2		—	
<i>Philacte canagica</i>	3,5		—	
<i>Branta bernicla</i>	2,5		—	
<i>B. canadensis</i>	6		—	
<i>Chloephaga leucoptera</i>	3,5		—	
<i>Cyanochen cyanopterus</i>	4		—	
<i>Alopochen aegyptiaca</i>	4,5		—	
<i>Casarca ferruginea</i>	4		—	
<i>Mareca sibilatrix</i>	3		—	
<i>Somateria mollissima</i>	—		—	
<i>S. spectabilis</i>	—		—	
<i>Tachyeres patachonicus</i>	3		—	
<i>Biziura lobata</i>	8		0,5	Spitze
<i>Mergus albellus</i>	—		—	
<i>M. merganser</i>	—		—	
<i>Merganetta armata</i>	2,5		0,5	Spitze

Bei den Anhimidae ist K1 stärker als K2 entwickelt. Beide K sind leicht gebogen und breit. K1 ist an der Basis bis 4 mm breit. Bei den Anatidae können beide K fehlen, nur K1 oder K1 und K2 vorhanden sein. K2 ist stets viel kleiner als K1 oder auch nur rudimentär. Die bei einigen Arten noch recht gut entwickelte K1 ist gerade, fast gerade oder gebogen.

Tab. 6. Fingerkrallen bei Cathartidae.

	K1 mm	K2 mm
FISHER 1940:		
<i>Coragyps</i> (1 ad.)	5,6	4,5
<i>Coragyps</i> (2 ad.)	6,1	—
<i>Gymnogyps</i> (1 ad.)	18,5	—
<i>Gymnogyps</i> (6 ad.)	10,3	—
<i>Cathartes</i> (20 immat./ad.)	4,7	—
<i>Vultur</i> (2 ad.)	14,0	—
STEPHAN:		
<i>Cathartes aura</i>	5	—
<i>Sarcorampus papa</i>	4	—

Cathartiformes (Tab. 6)

K2 ist bisher nur bei einem Individuum von *Coragyps* nachgewiesen. Die anderen bisher untersuchten Arten/Individuen haben nur K1, die z. T. recht groß sein kann. Sie ist gebogen oder schwach gebogen

Falconiformes (Tab. 7)

HEILMANN (1926): Geier, Habichte und Adler haben eine K1, ebenso die pulli von Milanen. STRESEMANN (1927/34) sowie BEZZEL & PRINZINGER (1990): K1 vorhanden.

Die Sagittariidae, Falconidae und Pandionidae verfügen nur über K1. Bei *Pandion* ist sie dünn, gerade oder gebogen. Unter den Falconidae ist die K1 bei *Polyborus* und

Tab. 7. Fingerkrallen bei Falconiformes.

	K1		K2	
	mm	Bemerkung	mm	Bemerkung
Accipitridae				
FISHER 1940:				
<i>Ictinia</i> (3 ad.)	—		—	
<i>Astur</i> (1 ad.)	—		—	
<i>Accipiter</i> (4 ad.)	—		—	
<i>Buteo</i> (2 ad.)	—		—	
<i>Circus</i> (2 aus Ei)	0,3		0,4	1 Flügel
<i>Circus</i> 2 (pull.)	—	winzig	—	
<i>Circus</i> 5 (immat./ad.)	—		—	
<i>Elanus</i> (1 ad.)	1,0		—	
<i>Thalassoetetus</i> (1 ad.)	—	rudim.	—	
<i>Haliaeetus</i> (14 immat./ad.)	—	od. rudim.	—	
<i>Aquila</i> (15 immat./ad.)	(1,8)	od. rudim.	—	
STEPHAN:				
<i>Elanus leucurus</i>	—		—	
<i>Machaerhamphus alcinus</i>	4		—	

	K1		K2	
	mm	Bemerkung	mm	Bemerkung
<i>Aviceda subcristata</i>	—		—	
<i>Henicopernis longicauda</i>	—		—	
<i>Milvus migrans</i>	—		—	
<i>Accipiter gentilis</i> (pull./ad.)	—		—	
<i>A. badius</i>	—		—	
<i>Heterospizias meridionalis</i>	—		—	
<i>Buteo buteo</i>		winzig	—	
<i>B. b. vulpinus</i>	—		—	
<i>Kaupifalco monogrammicus</i>	—		—	
<i>Lophoaelus occipitalis</i>	—		—	
<i>Aquila chrysaetos</i>	2		—	
<i>A. heliaca</i> (pull.)	2	(Stift)	—	
<i>A. clanga</i> (pull.)	—		—	
<i>A. pomarina</i> (pull./ad.)	—		—	
<i>Aegypius monachus</i> (pull.)		winz. Stift	—	
(ad.)	4			
<i>Trigonoceps occipitalis</i>	10		—	
<i>Gyps fulvus</i>	10		—	
<i>Neophron percnopterus</i>	5		5	
<i>Gypaetus barbatus</i>	5		2	
<i>Circus cyaneus</i> (pull.)	—		—	
<i>C. macrourus</i> (pull.)	—		—	
<i>C. ranivorus</i>	—		—	
<i>Spilornis cheela</i>	—		—	
<i>Dryotriorchis spectabilis</i>	2,5		—	
Sagittariidae				
<i>Sagittarius serpentarius</i>	3		—	
Pandionidae				
FISHER 1940: 2 pull.	2,0		—	
STEPHAN: pull.	2		—	
STEPHAN: pull.	1,2		—	
STEPHAN: ad.	10		—	
Falconidae				
FISHER 1940:				
<i>Polyborus</i> (12 ad.)	4,5		—	
<i>Falco</i> (4 pull.)	2,0		—	
<i>Falco</i> (4 aus dem Ei)	1,2		—	
<i>Falco</i> (10 immat./ad.)	3,2		—	
STEPHAN:				
<i>Herpetotheres cachinnans</i>	—		—	
<i>Micrastur ruficollis</i>	6		—	
<i>Milvago chimango</i>	3		—	
<i>Polyborus cheriway</i> (ad.)	6		—	
<i>Polyborus cheriway</i> (ad.)	10		—	
<i>Falco cherrug</i> (pull.)	—	winzig	—	
<i>F. rusticolus</i> (pull.)	0,7		—	
<i>F. rusticolus</i> (ad.)	4		—	
<i>F. rusticolus</i> (ad.)	7		—	

z. T. auch bei *Falco rusticolus* recht groß. Zumindest bei dieser Art wächst K1 während der Ontogenese; ihre Länge nimmt von weniger als 1 mm auf 4–7 mm zu, die K1 ist dann kräftig und gebogen. FISHER hat bei einem aus dem Ei genommenen *Circus* an einem Flügel eine winzige K2 festgestellt (Tab. 7); ich habe K2 nur bei *Neophron* und *Gypaetus* vorgefunden. Bei *Gypaetus* ist sie kleiner als K1, bei *Neophron* genauso groß wie K1. Sie ist weich und bricht leicht ab.

Galliformes

BAUMEL (1979): K1 ist vorhanden.

Megapodiidae

Bei pull. von *Megapodius reinwardt*, *M. eremita*, *Talegalla jobiensis* fand ich keine K.

Cracidae

FISHER (1940): *Ortalis* (2 ad.) keine K.

Nothocorax urumutum (2 ad.) keine K., *Mitu mitu* K1 1 mm; *Pauxi pauxi* K1 7 mm. K2 fehlte bei allen.

Tetraonidae

FISHER (1940): *Tetrao* (2 ad.), *Dendrogapus* (20 immat./ad.), *Bonasa* (20 immat./ad.), *Lagopus* 20 (immat./ad.), *Tympanuchus* (9 immat./ad.), *Pediocetes* (12 immat./ad.) keine K.

Eigene Untersuchungen bestätigen dies bei pull. von *Tetrao tetrrix*, *Lagopus lagopus*, *L. mutus*, sowie ad. von *Tetrao urogallus*, *Tetrastes bonasia* und *Lagopus mutus*.

Numidae

FISHER (1940): *Numida* (1 ad.) K1 3,1 mm.

K1 bei *Numida meleagris* ad. 4,0, *N. spec. pull.* 1,5, *Acryllium vulturinum* pull. 1,0, ad. 3,0 mm.

Phasianidae (Tab. 8)

Tab. 8. Fingerkrallen bei Phasianidae.

	K1		K2	
	mm	Bemerkung	mm	Bemerkung
FISHER 1940:				
<i>Lophortyx</i> (8 pull.)	0,65		—	
<i>Lophortyx</i> (20 immat./ad.)	1,5–2,5		—	
<i>Oreortyx</i> (5 pull.)	0,9		—	
<i>Oreortyx</i> (9 immat./ad.)	0,8		—	
<i>Colinus</i> (4 pull.)	0,5		—	
<i>Colinus</i> (10 immat./ad.)	0,6		—	
<i>Phasianus</i> (1 pull.)	0,35		—	
<i>Phasianus</i> (20 immat./ad.)	1,6		—	
<i>Pternistes</i> (1 ad.)	3,5		—	
<i>Gallus</i> (5 ad.)	2,7		—	

	K1		K2	
	mm	Bemerkung	mm	Bemerkung
<i>Acomus</i> (2 ad.)	—		—	
<i>Tragopan</i> (6 ad.)	—		—	
STEPHAN:				
<i>Lophortyx californica</i> (2 pull.)	1		—	
<i>Colinus virginianus</i> (pull.)	1		—	
<i>Tetraogallus altaicus</i>	4		—	
<i>T. himalayensis</i> (pull.)	1		—	
<i>Alectoris graeca</i> (pull.)	0,5		—	
<i>Alectoris graeca</i> (ad.)	2		—	
<i>A. chukar</i> (pull.)	0,7		—	
<i>A. chukar</i> (pull.)	2		—	
<i>Francolinus pintadeanus</i> (pull.)	1		—	
<i>F. hildebrandii</i> (pull.)	1		—	
<i>F. sephaena</i> (ad.)	1		—	
<i>Pternistis afer</i> (ad.)	1,5		—	
<i>Perdix perdix</i> (ad.)	1,5		—	
<i>Rollulus roulroul</i> (pull.)		Spitze	—	
<i>Rollulus roulroul</i> (ad.)		Spitze	—	
<i>Rollulus roulroul</i> (ad.)	—		—	
<i>Bambusicola thoracica</i> (ad.)	1		—	
<i>Tragopan temminckii</i>		Knopf	—	
<i>T. satyra</i> (ad.)	—		—	
<i>T. caboti</i> (ad.)	—		—	
<i>Lophophorus impejanus</i> (ad.)	—		—	
<i>Crossoptilon auritum</i> (ad.)	4		—	
<i>Gallus gallus</i> (pull.)	2,5		—	
<i>G. gallus</i> f. <i>domesticus</i> pull.)	1,5		—	
<i>G. sonneratii</i> (pull.)	1,5		—	
<i>G. sonneratii</i> (ad.)	4		—	
<i>Chrysolophus pictus</i> (pull.)		Knopf	—	
<i>Ch. amherstiase</i> (pull.)		Knopf	—	
<i>Argusianus argus</i> (pull.)	1,5		—	
<i>Argusianus argus</i> (pull.)	2,0		—	
<i>Argusianus argus</i> (ad.)	3,5		—	
<i>Pavo cristatus</i> (ad.)	3		—	
<i>Pavo cristatus</i> (14tägig)	2,5		—	

Meleagrididae

FISHER (1940): *Meleagris* (4 ad.) keine K; auch von mir bei *M. gallopavo* (ad.) keine gefunden.

Megapodiidae, Tetraonidae und Meleagrididae haben weder K2 noch K1, dagegen ist bei den Cracidae, den meisten Phasianidae und den Numidae K1 vorhanden. Diese ist gerade oder gebogen, breit an der Basis und kräftig. Bei einigen Arten (*Alectura*, *Gal-*

lus, *Argusianus*, *Numida*, *Acryllium*) wächst diese Kralle während der Ontogenese noch bis auf das 2- bis 4fache. Insgesamt aber ist die Tendenz zur Reduktion der Fingerkrallen bei den Galliformes und innerhalb der Phasianidae deutlich erkennbar.

Opisthocomiformes

HEILMANN (1926): K1 und K2 bei juv.; STRESEMANN (1927/34): K1 und K2. FISHER (1940): 1 pull. K1 5,0, K2 5,4; 2 ad. K1 3,1, K2 3,9 mm. Eigene Befunde: 2 ad. K1 und K2 je als kleiner Knopf ausgebildet.

Bei den pulli ist K2 etwas größer als K1. Sie wird auch stärker bei den juv. Vögeln beansprucht. Beide K werden während der Ontogenese reduziert oder bleiben etwas kleiner noch erhalten. Ihre starke Ausbildung gehört zur Existenzstrategie der Jungvögel: Beim Klettern im Geäst dienen sie der Verankerung in den Zweigen (Enterhaken-Prinzip, kein Greifen).

Gruiformes

BAUMEL (1979): K1 ist gewöhnlich vorhanden.

Mesoenatidae

Eigene Daten: *Mesoenas unicolor* K1 2 mm, *Monias benschi* keine K.

Turnicidae

Eigene Daten: *Turnix sylvaticus*, *T. suscitator* keine K; *T. maculosa* K1 1 mm.

Rallidae (Tab. 9)

HEILMANN (1926): *Rallus aquaticus* K1 Länge individuell verschieden, eine fast 7 mm; *Fulica atra* manchmal auch K2. BAUMEL (1979) auch K2 bei pull. und ad. *Rallus*. Bei pull. K1 und K2 *Fulica atra* (BERNDT & MEISE 1959), *F. atra* und *G. chloropus* (BEZZEL & PRINZINGER 1990).

Aramidae

FISHER (1940): *Aramus* (1 ad.) K1 2,8 mm.

Eigene Daten: *Aramus scolopaceus* K1 5 mm, K2 als Spitze erkennbar.

Psophiidae

Psophia leucoptera K1 1,5 mm.

Gruidae

FISHER (1940): *Grus* (20 immat./ad.) K1 4,3 mm.

Eigene Daten: *Grus grus* (pull.) K1 2,8, K2 2 mm; *Gr. nigricollis* (ad.) K1 2 mm; *Anthropoides virgo* (pull.) K1 2, K2 1 mm, (ad.) K1 3, K2 1,5 mm; *Balearica pavonina* (pull.) K1 2, K2 1 mm, (ad.) K1 6 mm, K2 nur Spitze.

Heliornithidae

CAMPBELL & LACK (1985): K1 und K2 bei ad. aller drei Arten.

Eigene Daten: *Podica senegalensis* (pull.) K1 1,5, K2 1 mm; 2 ad. K1 2 bzw. 4 mm, K2 fehlt.

Tab. 9. Fingerkrallen bei Rallidae

	K1	K2
FISHER 1940:		
<i>Rallus</i> (1 pull.)	1,6	—
<i>Rallus</i> (20 immat./ad.)	3,9	0,75
<i>Porzana</i> (20 immat./ad.)	2,0	—
<i>Gallinula</i> (20 immat./ad.)	3,2	—
<i>Cresciscus</i> (20 immat./ad.)	1,5	—
<i>Ionornis</i> (1 ad.)	4,9	—
<i>Coturnicops</i> (9 ad.)	2,5	—
<i>Fulica</i> (4 aus dem Ei)	0,95	—
<i>Fulica</i> (20 immat./ad.)	2,1	—
STEPHAN:		
<i>Rallus longirostris</i>	Knopf	—
<i>R. elegans</i>	4	—
<i>R. aquaticus</i> ad.	2	—
<i>R. aquaticus</i> pull.	1,3	—
<i>Hypotaenidia philippensis</i>	2,5	—
<i>Cabalus modestus</i>	2,5	—
<i>Atlantisia rogersi</i>	4	—
<i>Ortygonax rytirhynchos</i>	3	—
<i>Rallina tricolor</i> pull.	2,5	—
<i>Aramides ypecaba</i> ad.	4,5	—
<i>Aramides ypecaba</i> pull.	2	—
<i>Gallirallus australis</i>	9	—
<i>Tribonyx ventralis</i>	4	—
<i>Amaurornis phoenicurus</i> pull.	2	0,5
<i>A. (olivacea) moluccana</i> pull.	2	1
<i>Gallinula chloropus</i> ad.	2,5	—
<i>Gallinula chloropus</i> pull.	1,5	Knopf
<i>Porphyrio poliocephala</i> ad.	7,5	—
<i>Porphyrio poliocephala</i> pull.	1,3	—
<i>Fulica atra</i> 2 ad.	4	—
<i>Fulica atra</i> pull.	2	winzig

Rhynochetidae

Rhynochetos jubatus (2 ad.) keine Krallen.

Eurypygidae

Eurypyga helias (ad.) keine Krallen.

Cariamidae

Cariama cristata (pull.) beide K winzig.

Otitidae (Tab. 10)

Rhynochetidae und Eurypygidae haben weder K1 noch K2. Bei den Mesoenatidae und Turnicidae kann K1 vorhanden sein oder fehlen, K2 fehlt immer. Bei den Rallidae kann K1 recht gut entwickelt sein, bei einigen Arten ist bei den pull. eine winzige K2 vorhanden (*Aramides*, *Rallus*, *Gallinula*, *Fulica*, *Amaurornis*), die aber reduziert wird;

Tab. 10. Fingerkrallen bei Otididae (eigene Befunde)

	K1	K2
<i>Otis tarda</i> (pull.)	?	1
<i>Otis tarda</i> (pull.)	1,5	1
<i>Otis tarda</i> (ad.)	3	1,5
<i>Neotis cafra</i> (ad.)	4	2,5
<i>Chlamydotis undulata</i> (ad.)	2,5	2
<i>Chlamydotis undulata</i> (pull.)	winzig	winzig
<i>Choriotis arabs</i> (ad.)	5	7
<i>Eupodotis caerulescens</i> (ad.)	2,5	0,7
<i>Afrotis atra</i> (ad.)	2	Knopf

bei den anderen bisher untersuchten Arten kommt sie gar nicht erst zur Entwicklung. K1 kann kräftig oder nur als dünner Stift entwickelt sein. Sie ist leicht gebogen oder gerade mit gebogener Spitze. Bei den Heliornithidae kann bei den pull. ebenfalls K2 ausgebildet sein. K1 wächst bis etwa auf das 3fache, sie ist dann kräftig. Die Gruidae haben eine gut entwickelte K1, K2 ist nur klein. Zumindest K1 wächst während der Ontogenese weiter. Auch bei den Otididae wachsen die Fingerkrallen weiter, K1 stärker als K2; letztere ist (meist) kleiner oder auch größer als K1 (*Choriotis*).

Charadriiformes (Tab. 11)

STRESEMANN (1927/34): Limicolae und Laridae haben K1, junge auch K2. BAUMEL (1979): K1 vorhanden.

Tab. 11. Fingerkrallen bei Charadriiformes (mm; eigene Befunde)

	Sporn	K1	K2
Jacanidae			
<i>Actophilornis africana</i>	Zapfen nackt	3	—
<i>Iridiparra gallinacea</i>	Zapfen nackt	1,2	—
<i>Iridiparra gallinacea</i>	Zapfen nackt	—	—
<i>Hydrophasianus chirurgus</i>	5	2	—
<i>Jacana spinosa</i>	9	2	—
	(Basis 4)		
Rostratulidae			
<i>Rostratula benghalensis</i>	—	Knopf	—
Haematopidae			
<i>Haematopus ostralegus</i> pull.	—	1,1	1,2
<i>Haematopus ostralegus</i> 3 ad.	—	2—4	—
Ibidorhynchidae			
<i>Ibidorhynchos struthersii</i> pull.	—	1	0,6
<i>Ibidorhynchos struthersii</i> 3 ad.	—	2—6	Knopf
Recurvirostridae			
<i>Himantopus himantopus</i> pull.	—	1	0,5
<i>Himantopus himantopus</i> ad.	—	—	—
<i>Recurvirostra avosetta</i> 2 ad.	—	0,5—2	0—1

	Sporn	K1	K2
Phalaropidae			
<i>Phalaropus lobatus</i> pull.	—	Spitze	Spitze
Dromadidae			
<i>Dromas ardeola</i> ad.	—	1	Knopf
Burhinidae			
<i>Burhinus oedicnemus</i> pull.	—	1,5	0,5
<i>Burhinus oedicnemus</i> ad.	—	2	—
<i>B. senegalensis</i> ad.	—	3	—
<i>Orthorhamphus magnirostris</i>	—	4,5	—
Glareolidae			
<i>Pluvianus aegyptius</i>	—	4,5	—
Charadriidae			
<i>Vanellus vanellus</i> pull.	—	Spitze	Spitze
<i>Vanellus vanellus</i> ad.	—	—	—
<i>Belonopterus chilensis</i>	11	1,5	2
	(Basis 4 x 2)		
<i>Hemiparra crassirostris</i> 2 ad.	0—5	0—3	—
<i>Tylibyx melanocephalus</i>	10	—	(Spitze)
<i>Microsarcops cinereus</i>	kl. Höcker	2,5	—
<i>Lobivanellus indicus</i>	—	1,2	—
<i>Xiphidiopterus albiceps</i>	22	—	—
<i>Rogibyx tricolor</i>	14	3,5	—
<i>Lobibyx novae-hollandiae</i>	20	2	—
<i>L. miles</i>	10	2	—
<i>Afribyx senegallus</i>	5	2	—
<i>Stephanibyx coronatus</i>	—	3	—
<i>Hoplopterus spinosus</i>	5	2,5	—
<i>Zonifer tricolor</i>	—	3	—
<i>Lobipluvia malabarica</i>	—	1	—
<i>Pluvialis apricaria</i> pull.	—	1	0,5
<i>Pluvialis apricaria</i> ad.	—	1	—
<i>Charadrius hiaticula</i>	—	—	—
<i>Ch. mongolus</i>	—	—	—
<i>Oreophilus ruficollis</i>	—	—	—
<i>Eudromias morinellus</i>	—	—	—
Scolopacidae			
<i>Numenius arquata</i> pull.	—	0,5	1
<i>N. phaeopus</i> ad.	—	—	—
<i>Limosa limosa</i> ad.	—	—	—
<i>Limosa limosa</i> pull.	—	1	1
<i>Tringa totanus</i>	—	—	—
<i>T. ochropus</i> ad.	—	—	—
<i>T. ochropus</i> pull.	—	1,5	Spitze
<i>Scolopax rusticola</i> 2 pull.	—	0—0,3	0—0,6
<i>Philomachus pugnax</i> ad.	—	—	—
Thinocoridae			
<i>Attagis gayi</i>	—	—	—
<i>Thinocorus orbignyianus</i>	—	—	—
<i>Th. rumicivorus</i>	—	—	—

	Sporn	K1	K2
Chionidae			
<i>Chionis alba</i>		1,5	—
<i>Ch. minor</i>		5	—
Stercorariidae			
<i>Stercorarius skua</i>		7	—
<i>St. parasiticus</i>		1	—
Laridae			
<i>Pagophila eburnea</i> pull.		Knopf	—
<i>Pagophila eburnea</i> ad.		2,5	—
<i>Larus pacificus</i> ad.		2,5	—
<i>L. argentatus</i> pull.		1,2	(Spitze)
<i>L. argentatus</i> ad.		1,5	—
<i>L. audouinii</i> pull.		Kl. Spitze	(Spitze)
<i>L. canus</i> pull.		Kl. Spitze	Punkt
<i>L. dominicanus</i> ad.		3	—
<i>L. ichthyaetus</i> pull.		kl. Spitze	Punkt
<i>L. ridibundus</i> ad.		2	—
<i>L. ridibundus</i> pull.		2	Spitze
<i>Rissa tridactyla</i> pull.		1	—
Sternidae			
<i>Chlidonias nigra</i> pull.		Spitze	Spitze
<i>Chlidonias nigra</i> ad.		—	—
<i>Gelochelidon nilotica</i> ad.		2,5	—
<i>Hydroprogne caspia</i> ad.		5	—
<i>Sterna hirundo</i> pull.		1,5	Spitze
<i>Sterna hirundo</i> ad.		1	—
<i>Thalasseus bergii</i> ad.		1,5	—
<i>Th. sandwicensis</i> pull.		1,5	Spitze
<i>Anous stilodus</i> ad.		—	—
Alcidae			
<i>Alca torda</i> pull.		kl. Höcker	kl. Höcker
<i>Alca torda</i> pull.		1	1
<i>Uria aalge</i> pull.		Ansatz	Ansatz
<i>Aethia pusilla</i> ad.		(Knopf)	—
<i>Fratercula arctica</i> pull.		Ansatz	—

Jacaniidae

FISHER (1940): *Jacana* (1 ad.) Sporn 7,4 (Basis 4,4) mm, K1 und K2 fehlt.

Haematopodidae

FISHER (1940): *Haematopus* (22 immat./ad.) bei 50 % K1 1,0 mm

Recurvirostridae

HEILMANN (1926): bei pull. manchmal auch K2. FISHER (1940): *Himantopus* (20 immat./ad.) K1 bei 35 % vorhanden, 2,4 mm; *Recurvirostra* (2 pull.) 0,9 mm, (20 immat./ad.) bei 25 % K1 vorhanden, 0,75 mm.

Phalaropidae

FISHER (1940): nur bei *Steganopus* an 1 Flügel K1 0,5 mm; sonst nur negative Befunde.

Glareolidae

HEILMANN (1926): *Pratincola* pull. manchmal K2.

Charadriidae

FISHER (1940): *Charadrius* (3 pull.) K1 0,4 mm, bei 20 immat./ad. zu 75 % vorhanden 1,0 mm; *Oxyechus* (2 pull.) K1 0,7, (20 immat./ad.) 1,5 mm; *Pagolla* (10 ad.) bei 80 % vorhanden, 1,75 mm; *Vanellus* (10 immat./ad.) bei 30 % rudimentär vorhanden. K2 fehlt bei allen; je 20 immat./ad. *Squatarola* und *Pluvialis* keine K1 und K2.

Scolopacidae

FISHER (1940): keine K2, bei *Tringa* (1 ad.), *Scolopax* (1 ad.), *Capella* (= *Gallinago*; 20 immat./ad.) auch keine K1. K1 0,5—1,5 mm zu 50 % vorhanden bei *Aphriza* (20 immat./ad.) und *Actitis* (4 pull., 1 ad., 20 immat./ad.), *Numenius* (20 immat./ad.), zu 25 % vorhanden bei *Arenaria* (20 immat./ad.), zu 10 % bei *Phaeopus* (20 ad.); in Einzelfällen rudimentär bei *Heteroscelus* und *Catrophorus* vorhanden. HEILMANN (1926): *Limosa* pull. manchmal mit K2.

Chionidae

STRESEMANN (1927/34): K1 vorhanden.

Stercorariidae

FISHER (1940): *Stercorarius* (20 immat./ad.) 1,65 mm.

Laridae

STRESEMANN (1927/34): K1, Junge auch K2. FISHER (1940): K2 fehlt; *Larus*, *Rissa*, *Rhodostethia*, *Xema* (je 20 ad.) 2,4—3,2 mm, *Pagophila* (9 ad. 2,5 mm).

Sternidae

HEILMANN (1926): bei pull. manchmal K2. FISHER (1940): *Sterna* (20 immat./ad.) K1 3,2 mm, K2 fehlt.

Rynchopidae

FISHER (1940): *Rynchops* (3 ad.) keine K. Eigene Befunde an *R. nigra* ad. bestätigen dies.

Alcidae

FISHER (1940): bei *Alca*, *Uria*, *Brachyramphus*, *Aethia*, *Cerorhinca*, *Cepphus* keine K1 und K2 (nur bei 1 *Cepphus* K1).

Innerhalb der Ordnung Charadriiformes sind die Verhältnisse so verschieden, daß eine Zusammenfassung schwierig wird. K2 ist noch bei mehreren Familien vorhanden. Bei den Haematopidae haben die pulli K2, bei den ad. ist sie an etwa 50 % der Individuen ausgebildet. K1 wächst während der Ontogenese um das 2- bis 4fache.

Auch die pulli (alle?) der Ibidorhynchidae haben K2, bei ad. ist sie als Rudiment knopfförmig klein. K1 erreicht bei den ad. 2—6 mm und wächst während der Ontogenese weiter.

Bei den Recurvirostridae ist K1 nur bei einem Teil der Individuen vorhanden, K2 offenbar bei einer noch geringeren Anzahl. Beide Krallen bleiben nur klein.

Bei den Dromadidae ist K2 noch knopfförmig erhalten und K1 klein. Bei den Burhididae konnte K2 nur noch bei einem pull. nachgewiesen werden. K1 ist relativ kräftig. Nach HELMANN ist K2 auch manchmal bei pulli der Glareolidae vorhanden. K1 ist relativ kräftig.

Bei den Charadriidae ist K2 bisher nur bei je 1 Ind. von *Vanellus vanellus* (pull.), *Belonopterus* (ad.), *Tylibyx* (ad.) und *Pluvialis apricaria* (pull.) nachgewiesen. Außer bei *Belonopterus*, wo K2 mit 2 mm kräftiger als K1 mit 1,5 mm ausgebildet ist, ist sie nur als winzige Spitze vorhanden. K1 ist bei der Gruppe der Kiebitze oft recht gut ausgebildet, kräftig, gerade oder gebogen, bei einigen Arten bis 3 mm lang. Individuelle Unterschiede gibt es bei den Gattungen *Hemiparra*, *Charadrius*, *Vanellus*, *Pagolla*; K1 ist nicht bei allen Individuen vorhanden.

Insgesamt ist der Reduktionsprozeß der Fingerkrallen deutlich erkennbar. Die Ausbildung des Sporn am Flügelbug, der bei einigen Arten 20 mm lang sein kann, korreliert nicht mit der Ausbildung von K1.

Auch in der Familie Scolopacidae gibt es Arten mit und ohne K1 und K2, wobei K2 sogar etwas besser entwickelt sein kann als K1 (*Numenius*, *Philomachus*). Ferner kann bei einzelnen Arten K1 vorhanden sein oder auch fehlen.

Bei den Phalaropidae fehlen beide Krallen oder sind (offenbar nur in wenigen Fällen) rudimentär bei pulli vorhanden.

Ähnlich liegen die Verhältnisse bei den Alcidae: K1 und K2 fehlen oder bei einzelnen Individuen K1, bei *Alca torda* und *Uria aalge* bei pulli auch K2 im Ansatz vorhanden.

Bei den Chionidae ist K1 ausgebildet; bei 1 Ex. von *Ch. minor* war K1 an der Basis 1 mm stark, schwach gebogen und 5 mm lang.

Bei den Jacanidae ist K1 vorhanden, kann bei *Jacana* und *Iridiparra* einigen Individuen auch fehlen. Die Ausbildung des nackten Knochenzapfens bzw. des (mit Horn bedeckten) Sporns am Flügelbug korreliert nicht mit der Größe der Kralle. Bei *Jacana* kann der Sporn bis zu 7 mm lang werden und an der Basis einen Durchmesser von 4 mm haben. Die Thinocoridae und Rostratulidae haben keine Fingerkrallen.

Bei den Laridae und Sternidae ist K1 vorhanden, K2 fehlt oder ist als winzige Spitze oder punktförmig ausgebildet. K1 kann flach und kräftig sein oder aber rundlich und schwach und fällt dann leicht ab. Sie ist gerade oder gebogen.

Bei den Stercorariidae ist nur K1 entwickelt, z. T. recht gut, gerade oder leicht gebogen. Die Rhynchopidae haben keine Fingerkrallen.

Pteroclitiformes

Keine Fingerkrallen (untersucht *Syrnhaptes paradoxus*, *Pterocles orientalis*).

Columbiformes

FISHER (1940) *Gallicolumba* (3 ad., 5 pull.), *Phaps* (2 pull.), *Onopopelia* (2 pull.), *Oena*

(3 pull.), *Columbigallina* (3 pull.), *Columba* (1 pull.), *Streptopelia* (20 immat./ad.), *Melopelia* (20 immat./ad.), *Ectopistes* (3 ad.) keine K.

Eigene Befunde an *Treron pompadura*, *Ptilinopus superbus*, *Megaloprepia magnifica*, *Ducula rosacea* und *Columba guinea* bestätigen dies.

Psittaciformes

STRESEMANN (1927/34): K1; bei pull. auch K2 vorhanden. FISHER (1940): K2 fehlt überall; K1 *Cacatua* (11 ad.) 0,5—1,5 mm; *Lorius* (4 ad.), *Psittacula* (3 ad.), *Trichoglossus* (7 ad.), *Psephotus* (7 ad.) oft nur z. T. vorhanden und rudimentär; fehlt bei *Eos* (4 ad.), *Phigys* (7 ad.), *Aprornictus* (3 ad.), *Platyercus* (2 ad.).

Eigene Befunde: *Strigops habroptilus* K1 1,5 und 3 mm (2mal ausgefallen), K2 2,5 mm, Stummel (2mal ausgefallen); *Nestor notabilis* K1 5 mm; *Cacatua sulphurea* 1 mm, *Cacatua moluccensis* 0 und 2 mm, *Cacatua galerita* 3 mm. Weder K1 noch K2 bei *Chalcopsitta atra*, *Micrositta brouijnii*, *Probosciger aterrimus*, *Aratinga guarouba*, *Forpus passerinus*, *Pionus menstruus*, *Amazona finschii*, *Poicephalus meyeri*, *Psittacus erithacus*, *Lorius roratus*, *Psittarchas fulgidus*.

Cuculiformes

Musophagidae

Eigene Daten: K1 *Tauraco persa* 1 mm, *Musophaga violacea* 1 mm, *Crinifer piscator* 2 mm; K2 fehlte überall.

Cuculidae

FISHER (1940): K1 *Coccyzus* (25% von 20 immat./ad.) 0,5 mm, *Cuculus* (3 ad.) bei 1 Ex. rudimentär; weder K1 und K2 *Dasylophus* (2 ad.), *Centropus* (9 ad.), *Gecoccyx* (20 immat./ad.).

Eigene Befunde: Weder K1 noch K2 bei *Eudynamis scolopacea*, *Scythrops novaehollandiae*, *Crotophaga ani*, *Geococcyx velox*.

Bei den Musophagidae ist also K1 — wenn auch klein — noch vorhanden; bei den Cuculidae fehlt sie fast ganz.

Strigiformes

BAUMEL (1979): K1 vorhanden.

Tytonidae

FISHER (1940): K1 bei *Tyto* aus dem Ei 0,7 mm; 2 pulli 0,5 mm, 20 ad./immat. rudimentär oder fehlend; K2 fehlt.

Eigene Befunde: *Tyto alba* K1 1 mm, K2 knopfförmig; *T. longimembris* K1 und K2 je winziger Knopf.

Strigidae (Tab. 12)

Caprimulgiformes

Steatornithidae, Podargidae, Aegothelidae, Caprimulgidae

Tab. 12. Fingerkrallen bei Strigidae (mm)

	K1	K2
<i>Otus scops</i>	—	—
<i>Pyrrhoglaux podargina</i>	1	—
<i>Lophostrix cristata</i>	winzig	—
<i>Bubo bubo</i> ad.	2,5	2,0
<i>Bubo bubo</i> pull.	—	—
<i>Ketupa ketupa</i>	—	—
<i>Scotopelia peli</i>	—	—
<i>Pulsatrix perspicillata</i>	1	—
<i>Nyctea scandiaca</i> ad.	—	Knopf
<i>Nyctea scandiaca</i> pull.	2,5	—
<i>Ninox scutulata</i>	—	—
<i>Athene noctua</i> ad.	0,7	—
<i>Athene noctua</i> pull.	—	—
<i>Speotyto cunicularia</i>	—	—
<i>Ciccaba virgata</i>	—	Knopf
<i>C. woodfordii</i>	—	—
<i>Strix aluco</i> ad.	—	—
<i>Strix aluco</i> pull.	—	—
<i>S. uralensis</i> ad.	—	—
<i>Rhinoptynx clamator</i> ad.	Knopf	—
<i>Asio otus</i> ad.	—	—
<i>Asio otus</i> ad.	winz. Spitze	0,5
<i>Asio otus</i> pull.	Knopf	—
<i>Asio otus</i> 2 pull.	—	—
<i>A. flammea</i> pull.	—	—
<i>A. flammea</i> ad.	—	—
<i>Aegolius funereus</i>	—	—

Keine Fingerkrallen vorhanden (Ausnahme: 1 Ex. unter 20 bei *Phalaenoptilus*; FISHER 1940). Untersucht: *Steatornis*, *Podargus papuensis*, *Aegotheles insignis* (STEPHAN); *Phalaenoptilus*, *Chordeiles* (FISHER 1940).

Apodiformes

Hemiprognidae

WETMORE (1920): keine Fingerkrallen.

Apodidae

WETMORE (1920): 48 Arten von 12 Gattungen untersucht. K1 vorhanden; bei *Collacalia* z. T. individuelle Unterschiede zwischen linkem und rechtem Flügel. Die Krallen scheinen während der Ontogenese zu wachsen. FISHER (1940): keine Krallen bei *Chaetura* (1 ad., 20 immat.); *Aeronautes* (0,3 mm bei 1 aus dem Ei, 0,6 mm bei 3 pull.; keine bei 20 immat./ad.). BAUMEL (1979): K2 bei einigen pull. von *Apus*.

Eigene Befunde: Keine Krallen bei *Hirundapus caudacutus* und *Apus melba*.

Trochiliformes

FISHER (1940): Keine Krallen *Selasphorus* (2 pull., 5 ad.), *Archilochus* (2 aus dem Ei, 2 ad.) und *Calypte* (2 pull., 4 ad.).

Eigene Befunde: *Patagona gigas* keine Krallen.

Coliiformes

Colius indicus keine Fingerkrallen (STEPHAN).

Trogoniformes

FISHER (1940): Keine Krallen bei *Pharomachrus* (2 ad.), *Pyrotrogon* (2 ad.), *Trogon* (4 ad.), *Curucujus* (1 ad.). Ebenso bei *Trogon collaris* (STEPHAN).

Coraciiformes

Alcedinidae

STRESEMANN (1927–34): Keine Fingerkrallen. FISHER (1940): *Megaceryle* (1 pull., 20 immat./ad.) keine. *Halcyon chloris* keine (STEPHAN).

Momotidae

Momotus moneota keine (STEPHAN).

Meropidae

Merops superciliosus keine (STEPHAN).

Coraciidae

Coracias garrulus keine (STEPHAN).

Leptosomatidae

Leptosoma discolor keine (STEPHAN).

Upupidae

Upupa epops keine (STEPHAN).

Bucerotidae

Tockus nasutus, *Buceros rhinoceros*, *Bucorvus abyssinicus* keine (STEPHAN).

Piciformes

Galbulidae

Galbula galbula keine (STEPHAN).

Bucconidae

Notharchus macrorhynchus keine (STEPHAN).

Capitonidae

Megalaima virens keine (STEPHAN).

Indicatoridae

Indicator variegatus keine (STEPHAN).

Ramphastidae

STRESEMANN (1927/34): Keine Fingerkrallen; *Andigena laminirostris*, *Ramphastos cuvieri* keine (STEPHAN).

Picidae

STRESEMANN (1927/34): keine Fingerkrallen. FISHER (1940): *Sphyrapicus* (5 ad.), *Colaptes* (19 pull., 3 ad.), *Phloetomus* (6 ad.), *Dendrocopos* (6 immat./ad.), *Picoides* (1 ad.), *Asyndesmus* (4 pull.), *Melanerpes* (4 pull.), *Balanosphyra* (2 ad.), *Centurus* (3 pull., 10 ad.), *Ceophloeus* (3 ad.) keine Fingerkrallen. *Dryocopus martius* keine (STEPHAN).

Coraciformes und Piciformes haben also keine Fingerkrallen mehr.

Passeriformes

STRESEMANN (1927/34): Keine Fingerkrallen. FISHER (1940): Keine Fingerkrallen 241 Ex. von 68 Gattungen aus 20 Familien (Tyrannidae, Alaudidae, Hirundinidae, Corvidae, Paridae, Sittidae, Certhiidae, Chamaeidae, Cinclidae, Troglodytidae, Mimidae, Turdidae, Sylviidae, Laniidae, Sturnidae, Vireonidae, Camposthlypidae, Icteridae, Thraupidae, Fringillidae).

Eigene Befunde: Keine Krallen bei *Eurylaimus javanicus*, *Furnarius rufus*, *Taraba major*, *Agriornis moulanus*, *Phytotoma rutila*, *Cephalopterus ornatus*, *Rupicola rupicola*, *Haematoderus militaris*, *Pipra pipra*, *Menura alberti*, *Lanius excubitor*, *Oriolus chinensis*, *Corvus tristis*, *C. macrorhynchos*. Bisher wurden also bei den Passeriformes keine Fingerkrallen gefunden.

Schlußfolgerungen

Das nunmehr vorliegende Datenmaterial macht es erforderlich, die in Dictionaries, Hand- und Lehrbüchern getroffenen Aussagen sowie die von FISHER (1940) gezogenen Schlüsse zu ergänzen oder zu revidieren. Aus meiner Sicht sind folgende Verallgemeinerungen möglich.

1. Nach dem Vorhandensein oder Fehlen von Fingerkrallen ergibt sich folgende Gruppierung der Ordnungen:

K3, K2 und K1 (einige pull.) oder K2 und K1 vorhanden:

Struthioniformes

Nur K2 vorhanden (nur 2. Finger ausgebildet):

Casuariiformes, Apterygiformes

Nur K1 vorhanden (nur 1. Finger ausgebildet):

Rheiformes

K2 und K1 vorhanden:

Tinamiformes, Opisthocomiformes

K2 und K1 oder nur K1 vorhanden oder beide fehlend (Unterschiede innerhalb der Ordnungen):

Podicipediformes, Ciconiiformes, Anseriformes, Cathartiformes, Falconiformes, Gruiformes, Charadriiformes, Psittaciformes, Strigiformes

Nur K1 vorhanden:

Gaviiformes, Pelecaniformes (Phaëthontidae), Phoenicopteriformes

Nur K1 vorhanden oder keine Kralle ausgebildet (Unterschiede innerhalb der Ordnungen):

Galliformes, Cuculiformes, Apodiformes

Keine Krallen vorhanden:

Procellariiformes (Ausnahme: 1 Rudiment einer K1), Sphenisciformes, Pelecaniformes (außer Phaëthontidae, s. oben), Pteroclitiformes, Columbiformes, Caprimulgiformes (Ausnahme: 1 Rudiment einer K1), Trochiliformes, Coliiformes, Trogoniformes, Coraciiformes, Piciformes, Passeriformes.

2. Die individuelle Variation in der Länge der Krallen kann beträchtlich sein. FISHER (1940) nennt nur die Durchschnittswerte für die Gattungen, weist in seinen Schlußfolgerungen jedoch darauf hin, daß die Länge der Krallen die Hälfte bis das Doppelte des Durchschnittswertes betragen kann.

3. Insgesamt gesehen unterliegen die Fingerkrallen der Reduktion. Dennoch ist ihr Schicksal während der Ontogenese der Vögel verschieden.

a) Unabhängig davon, ob die Kralle am anderen Finger bereits fehlt oder nicht, entwickeln sich die Krallen bei einigen Arten z. T. noch beträchtlich weiter:

K2: Casuariiformes; Apterygiformes. — K2 und K1: Struthioniformes, Gruiformes: Otidae. — K1: Rheiformes; Gaviiformes; Pelecaniformes: Phaëthontidae; Falconiformes: Falconidae; Galliformes: einige Phasianidae und Numidae; Gruiformes: Heliornithidae, Gruidae; Charadriiformes: Haematopidae, Ibisornithidae, einige Charadriidae.

b) Die Krallen wachsen nicht weiter:

Tinamiformes; Charadriiformes: Recurvirostridae.

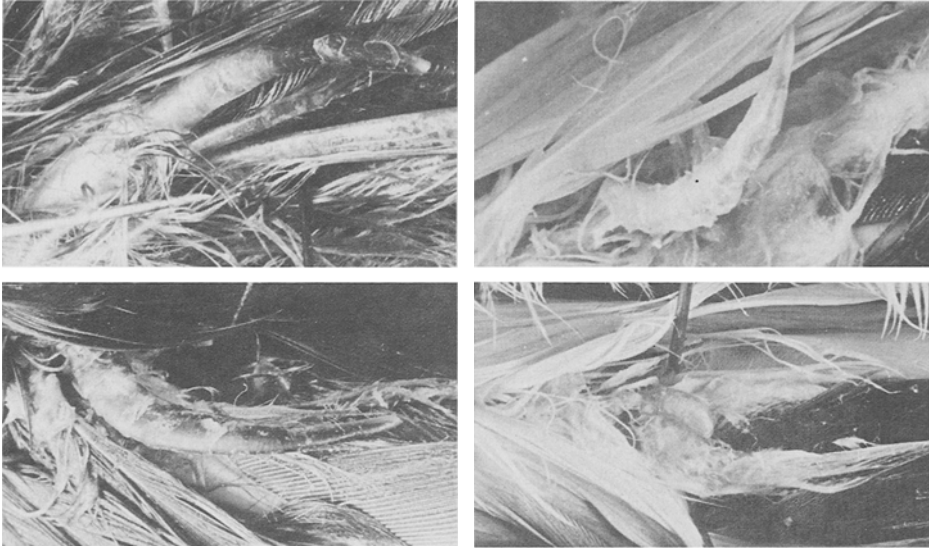
c) Die Krallen bilden sich zurück:

Opisthocomiformes; Gruiformes: Rallidae; Charadriiformes: Phalaropidae, Burhinidae.

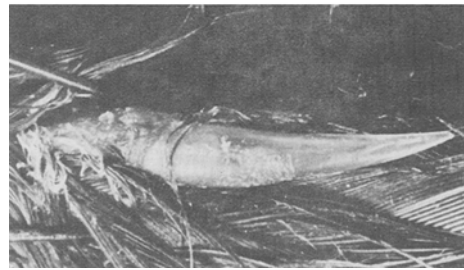
Somit sind bei den pulli die Krallen nicht immer deutlicher als bei den adulten Vögeln ausgebildet, und nicht bei allen Arten werden die Krallen während der Ontogenese zurückgebildet; sie können vielmehr auf ihrem Stand, den sie bei den pulli haben, verharren oder sich sogar weiterentwickeln.

4. Die Fingerkrallen sind ancestrale Strukturen. Nur vom jungen Hoatzin werden sie beim Klettern in den Zweigen benutzt. Dennoch scheinen sie bei den adulten rezenten Vögeln nur dann wirklich funktionslos zu sein, wenn sie sehr dünn sind und leicht abfallen (wobei sie noch recht lang sein können, dann aber nicht mehr als Kappe ausgebildet, sondern als Hautgebilde am distalen Ende des Fingers ansitzend). Die gut ausgebildeten Krallen, gleich ob kurz oder lang, haben noch die Funktion des Abschlusses der Fingerspitzen (STEPHAN 1987).

5. Die Reduktion der Fingerkrallen ist möglicherweise eine Folge der Flügelbefiederung. Denn je stärker sich die äußere Handschwinge bzw. äußere Alulafeder dem Kno-



Fingerkrallen (Ungues digitorum) rezenter Vögel. K1: Kralle des 1. Fingers (Unguis digit. alularis); K2: Kralle des 2. Fingers (U. d. majoris). Oben: links *Apteryx australis* (K2, 12 mm), rechts *Neophron percnopterus* (K2, 5 mm); mitte: links *Polyborus cheriway* (K1, 10 mm), rechts *Neophron percnopterus* (K2, 5 mm); unten: *Porphyrio porphyrio* (K1, 7,5 mm). — Claws on fingers of recent birds. K1: claw on finger I; K2: claw on finger II. (oben: top; mitte: middle; unten: bottom; links: left; rechts: right).



chenelement des betreffenden Fingers anschmiegen und das distale Fingerende von Deckfedern umstanden ist, desto stärker scheint auch die Reduktion der Krallen zu sein. Die Art der Befiederung dieses Flügelbereichs hängt wiederum eng mit der Flugleistung der Vögel zusammen. Deshalb ist die Reduktion von K2 (Digit. major) in der Regel weiter fortgeschritten als von K1 (Digit. alularis).

6. Die unter 5. genannten Wandlungen kommen auf unterschiedliche Art und Weise zustande. Es gibt mindestens drei Möglichkeiten:

- a) Verdrängen von Strukturen durch andere. Die sich an die distalen Phalangen immer stärker anlehrende äußere Handschwinge bzw. äußere Alulafeder verdrängen die jeweilige Kralle. Diese erhält eine andere Orientierung oder fällt weg. Einige Befunde scheinen auf diesen Modus hinzuweisen.
- b) Veränderungen der Ontogenese. Ein Vergleich der unterschiedlichen zeitlichen Abfolge in der Ausbildung der einzelnen Organsysteme von sofort nach dem Schlüpfen selbständigen Nestflüchtern einerseits und Nesthockern andererseits

zeigt eindrucksvoll, wie sich der Ablauf der Ontogenese ganz erheblich wandeln kann. In Analogie hierzu ist denkbar, daß zwar in der Anlage noch vorhandene Fingerkrallen infolge frühzeitiger Entfaltung anderer Systeme, wie z. B. der Federn, nicht mehr oder nicht mehr im ursprünglichen Maße zur Entwicklung gelangen.

- c) Genetische Veränderungen: Die für die gerichtete Selektion erforderlichen Varianten entstehen durch ungerichtete Mutationen. Im Falle der Reduktion von Fingerkrallen müßten die Voraussetzungen für die Entwicklung eines ganzen Komplexes von Strukturen ekto- und mesodermalen Ursprungs in eine bestimmte Richtung (Wegfall des genetischen Programms für Fingerkrallen und damit verbundene Umstrukturierung des distalen Fingerbereichs jeweils) durch Mutationen geschaffen werden.

7. Vom Vorhandensein oder Fehlen der Fingerkrallen darf nicht auf die Urtümlichkeit oder Progressivität der einzelnen Taxa insgesamt geschlossen werden. Diese Wertung muß vielmehr auf die betreffenden Flügelabschnitte beschränkt bleiben. Angemerkt sei hier, daß die immer wieder zu findende Gleichsetzung von „ancestral“ und „primitiv“ falsch und deshalb abzulehnen ist.

8. Das Fehlen oder Vorkommen der Fingerkrallen und ihre Gestalt und Größe haben nur einen geringen taxonomischen Wert. Für die Rekonstruktion der Evolution des Vogelflügels sind diese Fakten jedoch von größter Bedeutung.

Zusammenfassung

Mit vorliegender Studie werden die Lücken der Kenntnisse über das Vorkommen von Fingerkrallen bei rezenten Vögeln so weit geschlossen, daß nunmehr Vertreter aller Ordnungen und der meisten Familien untersucht sind. Die Gruppierung der Ordnungen nach dem Vorkommen bzw. Fehlen von Fingerkrallen zeigt die Tendenz ihrer Reduktion auf. Trotz solcher allgemeinen Tendenz gibt es Arten, bei denen die Fingerkrallen während der Ontogenese an Größe zunehmen. Einige funktionelle, ontogenetische und phylogenetische Aspekte werden diskutiert. Der Zusammenhang zwischen Rückbildung der Fingerkrallen und Flügelbefiederung ist angedeutet. Möglicherweise werden die Krallen durch Federn verdrängt, und ihre Funktion, schützende Hülle des Fingerendes zu sein, fällt weg. Zwei weitere Ursachen der Reduktion werden in Betracht gezogen: Veränderungen der Ontogenese und genetische Veränderungen. Während die Ergebnisse für die Taxonomie nur einen geringen Wert haben, sind sie für die Rekonstruktion der Evolution des Vogelflügels und die aktuelle Urvogelforschung von Bedeutung.

Summary

Occurrence and expression of claws on fingers of recent birds.

The present study completes the gaps in our knowledge about the occurrence and expression of claws on fingers of recent birds in so far as individuals from all orders and from most families were examined. The results are presented in a systematic overview. The grouping of the orders according to the presence or absence of claws shows a tendency towards their reduction. However, in spite of this overall trend, there exist species in which the claws on the fingers increase in size during ontogeny. Several functional, ontogenetic and phylogenetic aspects are discussed. The correlation between reduction of the finger claws and wing feathering is men-

tioned. Probably the claws are ousted by feathers, and therefore their function can be explained as a protective sheath for the finger. Two further causes of reduction are considered: changes of the ontogeny and genetic changes. Although the results are of little value for taxonomy, they may be relevant for the reconstruction of the evolution of bird wings and for present research on the origin of birds.

Literatur

- BAUMEL, J. J. (1979): *Nomina Anatomica Avium*. London. • BERNDT, R., & W. MEISE (1959): *Naturgeschichte der Vögel*. Bd. 1. Stuttgart. • BEZZEL, E., & R. PRINZINGER (1990): *Ornithologie*. 2. Aufl. Stuttgart. • CAMPBELL, B., & E. LACK (1985): *A dictionary of birds*. Calton. • FISHER, H. I. (1940): The occurrence of vestigial claws on the wings of birds. *Am. Midl. Nat.* 23: 234—243. • HEILMANN, G. (1926): *The Origin of Birds*, London. • LANDSBOROUGH THOMSON, A. (1965): *A new dictionary of birds*. London & Edinburgh. • STEPHAN, B. (1987): *Urvögel — Archaeopterygiformes*. 3. Aufl. Wittenberg Lutherstadt. • STRESEMANN, E. (1927—1934): *Aves*. In: W. KÜKENTHAL, *Handbuch der Zoologie*, 7. Band. Berlin u. Leipzig. • WETMORE, A. (1920): The wing claw in swifts. *Condor* 22: 197—199.

Anschrift des Verfassers: Zool. Museum und Institut für Spezielle Zoologie, Museum für Naturkunde an der Humboldt-Universität zu Berlin, Invalidenstr. 43, D O-1040 Berlin.