

Vergleichende osteometrische Untersuchungen über den Körperbau europäischer Grossfalken sowie dessen funktionelle Beziehungen

SOLTI Béla
Gyöngyös, Mátra Múzeum

ABSTRACT: On the basis of the metric data published in author's former papers /AOLTI, 1980, 1981a, 1981b/ the skeletons of the European large falcons have been compared with each other. Discussed are the functional relations as well as sexual dimorphism. Results of the investigations are partly illustrated by diagrams.

In vorliegender Arbeit möchte ich den Körperbautyp der europäischen Grossfalken, wie den des Gerfalken /Falco rusticolus L./, des Würgfalken /Falco cherrug GRAY/, des Lanners /Falco biarmicus TEMM./ und des Wanderfalken /Falco peregrinus TUNST./ aufgrund einer eingehenden Untersuchung ihres Skelettes miteinander vergleichen; anschliessend werden auch die funktionellen Beziehungen erläutert. Zum Vergleich wurden auch die Skelett-Angaben von der früher schon untersuchten Falkenart Falco jugger /SOLTI, 1981/ herangezogen.

Wie aus der einschlägigen Literatur hervorgeht, wurden ähnliche Untersuchungen bisher von KATTINGER, DEMENTIEW, ILJITSCHEW und BÄHRMANN durchgeführt. KATTINGER /1929/ beschäftigte sich mit sämtlichen auch von mir selbst untersuchten Arten, aber nur aufgrund von einigen Exemplaren. Er gibt nur prozentuelle Verhältniszahlen an, und zwar für beide Geschlechter gesondert. Die Länge des Sternum wurde auf die des Coracoideum, Humerus und Pelvis bezogen die des Humerus auf die des Femur sowie Carpometacarpus, die Länge der Vorder- und Hintergliedmassen - ohne Zehenlänge - auf jene des Humerus und Carpometacarpus, bzw. auf jene des Tibiotarsus und Femur; ausserdem wurden sämtliche Messwerte auch miteinander in Verhältnis gestellt. Im Falle der Zehen gibt er die Länge der mittleren /3./ Zehe im Verhältnis zum Femur- und Tarsometatarsal-Länge sowie zu jener der anderen drei Zehen an. Die numerischen Angaben genannten Autors sowie die aus diesen gewonnenen Schlussfolgerungen stehen - kleinere Abweichungen ausser acht lassend - im Einklang mit meinen eigenen Ergebnissen, die selbstverständlich von einem anderen Material gewonnen wurden. DEMENTIEW /1946/ bearbeitete den Würg- und Wanderfalken vom funktionell-morphologischen Gesichtspunkte aus, die verschiedenen Unterarten behandelte er jedoch zusammengezogen. Er untersuchte sowohl den ganzen Körper des Vogels als auch dessen Skelett, beim letzteren teilte er aber nur die Längenmasse der wichtigsten Knochen sowie die Gesamtlänge der Gliedmassen mit; Indexzahlen wurden von ihm nicht berechnet. Zum Vergleich zog er die Art Falco rusticolus heran. In der morphologischen Analyse der Falkenart Falco babylonicus haben DEMENTIEW und ILJITSCHEW /1961/ einem Vergleichsmaterial, das von zwei Unterarten des Wanderfalken /leucogenys und brevirostris/ sowie von den Falken Falco cherrug saceroides und Falco gyrfalco stammte, besonderes Augenmerk geschenkt. In der Untersuchung des Skelettes teilten sie das prozentuelle Verhältnis zwischen Sternum- und Pelvislänge, zwischen Sternum und Furcula sowie jene, die zwischen den einzelnen Elementen der Vorder- und Hintergliedmassen festgestellt wurden. Genannte Autoren wiesen darauf hin, dass die Länge des Handskelettes im geraden Verhältnis zum Flugvermögen des Tieres steht. Die einzelnen Elemente sowie die Gesamtlänge der Hintergliedmasse wurden mit jenen des ganzen Körpers /auch mit Federn/ in Verhältnis gestellt. Zum Schluss haben sie die prozentuelle Grösse des Geschlechtsdimorphismus berechnet, aber nicht aufgrund des Skelettsystems, sondern des ganzen Körpers. Die durch das Geschlecht des Tieres bedingten Grössenunterschiede von Einzelknochen wurden nur bei der Falkenart Falco babylonicus erwähnt. BÄHRMANN /1974/ bearbeitete von den obenerwähnten Falkenarten nur Falco peregrinus. Die Länge der einzelnen Elemente der Gliedmassen wurde von ihm in Prozenten der Gesamtlänge des ganzen

Gliedmassen-Skelettes ausgedrückt angegeben, und zwar nach Geschlecht gesondert; weiterhin berechnete er den Unterschied zwischen Humerus- und Ulna-Länge. Die Länge der Gliedmassenknochen wurde auch graphisch dargestellt.

MATERIAL UND UNTERSUCHUNGSMETHODE

Bearbeitet wurden jene Messergebnisse, die ich im Laufe meiner früheren Untersuchungen /SOLTI, 1980, 1981a, 1981b/ von den Teil-, bzw. Totalskeletten von 7 Wanderfalken, 8 Würgfalken, 6 Lannern und 9 Wanderfalken gewonnen habe. Eine gesonderte Behandlung der Angaben nach dem Geschlecht des Tieres schien wegen der niedrigen Zahl der untersuchten Exemplare von vornherein als nicht begründet; dieses Problem wurde nur später, anlässlich der Besprechung des Geschlechtsdimorphismus berührt. Da aber die Grundlage meiner Berechnungen - den früheren ähnlich - Verhältniszahlen bildeten, können die Grössenunterschiede schon von vornherein ausser acht gelassen werden. Obwohl zwischen den beiden Geschlechtern auch hinsichtlich des Körperbaues Proportionsunterschiede bestehen, blieb das Hauptziel meiner Untersuchungen, die Unterschiede zwischen den einzelnen Arten klarzulegen.

In meinen Berechnungen wurden die Längenmasse der Einzelknochen des Rumpfes und der Gliedmassen aufeinander, bzw. auf die der Gesamtlänge der Gliedmassen bezogen; die Länge der einzelnen Zehen wurde ebenfalls aufeinander sowie auf die Fusslänge bezogen. Das Ziel dieser Berechnungen war Verhältniszahlen zu gewinnen, die den Körperbautyp der verschiedenen Arten charakterisieren.

UNTERSUCHUNGSERGEBNISSE

Grössenverhältnisse der einzelnen Skelettelemente bei den verschiedenen Arten

Zuerst sollen die Längenmasse /in Durchschnittswerten/ der wichtigsten Einzelknochen der untersuchten Arten tabellarisch zusammengestellt werden, da sie den Grundstoff vorliegender Untersuchungen bilden. Im Falle der Zehen wird die Gesamtlänge ohne Krallen angegeben.

Tabelle 1.

Längenmasse der wichtigsten Skelettelemente der untersuchten Arten

	F.rusticolus	F.cherrug	F.biarmicus	F.peregrinus	F.jugger
Cranium	-	71,9	64,9	69,0	-
Coracoideum	61,0	52,3	43,7	50,6	42,0
Scapula	69,7	61,3	52,7	58,1	47,8
Sternum	84,2	69,3	61,2	74,8	58,9
Pelvis	62,6	56,3	-	53,8	46,7
Humerus	102,1	94,3	78,6	86,7	75,3
Ulna	118,8	110,4	92,6	97,1	90,6
CMC	70,3	65,6	55,0	60,6	53,3
Dig.2.alae	49,9	48,0	39,5	47,1	37,5
Femur	86,1	74,6	62,2	69,1	59,3
Tibiotars.	104,5	93,8	81,0	91,0	77,1
TMT	64,2	56,5	52,2	54,0	48,4
Dig.1.	22,9	20,3	17,1	21,3	16,3
Dig.2.	34,8	30,6	26,1	32,3	25,8
Dig.3.	52,1	47,8	43,2	54,0	41,9
Dig.4.	39,2	36,6	32,2	41,8	31,5

Ein Vergleich der zahlenmässigen Angaben der Tabelle 1 beweist, dass die Skelettelemente des Wanderfalken im allgemeinen kürzer als diejenigen des Würgfalken sind - mit Ausnahme des Sternum und der Zehen, die bei letztgenannter Art bedeutend länger sind. Hinsichtlich des Coracoideum lässt sich nur ein bescheidener Unterschied zwischen beiden Arten feststellen, demgegenüber weichen die Längenmasse der Flügelknochen weitgehend voneinander ab, und zwar zugunsten des Würgfalken. Schon diese Unterschiede beweisen den abweichenden Körperbautyp beider Arten. Ein besser begründeter Vergleich lässt sich aber

nur aufgrund von Verhältniszahlen durchführen. Als Bezugsbasis diente die Grösse des Rumpfes, die im engen Verhältnis zur Gesamtlänge des Sternum + Coracoideum steht. Diese Längenmasse enthält Tabelle 2 nebst der Gesamtlänge des Flügels, miteinbergriffen die Länge des 2. Fingers sowie die Fusslänge - die jedoch ohne Zehen berechnet wurde /diese Masse werden später gesondert behandelt/. Eine Unterscheidung der Zehen und der Finger scheint meiner Ansicht nach deshalb begründet, da der 2. Finger eine, der der anderen Knochen des Flügels ähnliche Funktion besitzt, denn auch er nimmt Teil in der Bildung einer festen Grundlage für die Handschwingen. Demgegenüber haben die Zehen auch eine Funktion, die von deren des übrigen Teiles dieser Gliedmasse abweicht, nämlich die Ergreifung der Beute.

Tabelle 2.

"Rumpf"-, Flügel- und Fusslänge /in mm/ der untersuchten Arten

	F.rusticolus	F.cherrug	F.biarmicus	F.peregrinus	F.jugger
Corac.+Sternum	145,2	121,6	104,9	125,4	100,9
Hum.+Ulna+CMC+dig.	341,1	318,3	265,7	291,5	/256,7/
Fem.+Tib.t.+TMT	254,8	224,9	195,4	214,1	184,8

Aus den Angaben der Tabelle 2 kann man Rückschlüsse auf die zwischen den Arten bestehenden Grössenverhältnisse ziehen. Wie ersichtlich, hat der Gerfalk den grössten Körper, alle drei Masse sind bei ihm bedeutend grösser als bei den übrigen Arten. Die "Rumpflänge" ist beim Wanderfalken grösser als beim Würgfalk, seine Gliedmassen sind aber kürzer. Von wesentlich kleinerem Wuchs ist der Lanner als der Würgfalk, am kleinsten ist die Falkenart Falco jugger. Die für die einzelnen Arten bezeichnenden "Rumpf"-, Flügel- und Fusslängenmasse wurden in Abb. 1 graphisch dargestellt.

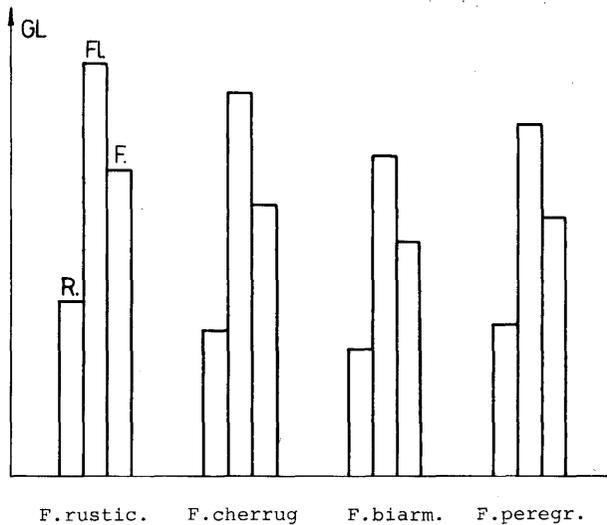


Abb. 1. Graphische Darstellung der "Rumpf" /R/-, Flügel /Fl/- und Fuss /F/- Länge

Werden die Längenmasse des "Rumpfes" /Sternum + Coracoideum/ und die der Gliedmassen miteinander verglichen, so bekommt man Verhältniszahlen, die den Körperbautyp zum Ausdruck bringen /Abb.2/.

Tabelle 3.

Verhältniszahlen der Rumpf-, Flügel- und Fusslänge bei den untersuchten Falkenarten

	F.rusticolus	F.cherrug	F.biarmicus	F.peregrinus	F.jugger
<u>Flügel</u>					
Rumpf	2,35	2,62	2,53	2,32	/2,55/
<u>Fuss</u>					
Rumpf	1,75	1,85	1,86	1,71	1,83
<u>Flügel</u>					
Fuss	1,34	1,42	1,36	1,36	/1,39/

Aufgrund der Länge des Flügel- und Fuss-Skelettes lassen sich die untersuchten Falkenarten in folgende Reihe stellen:

F l ü g e l l ä n g e
 F. cherrug > /F. jugger/ > F. biarmicus > F. rusticolus > F. peregrinus
 F u s s l ä n g e
 F. biarmicus > F. cherrug > F. jugger > F. rusticolus > F. peregrinus

Die oben aufgestellten Reihen sowie die Flügel/Fuss Verhältniszahlen beweisen, dass den kürzesten Flügel und Fuss besitzend der Wanderfalke die am meisten gedrungene Körpergestalt besitzt. Es ist auffallend, dass diesem Körperbautyp auch der des Gerfalken sehr nahe steht, denn die relativen Flügel- und Fusslängen sind bei dieser Art kaum etwas grösser. Dieser Umstand verdient eine besondere Aufmerksamkeit, da - wie meine früheren Untersuchungen bewiesen hatten - sind die Einzelknochen des Gerfalken in morphologischer Hinsicht denen des Würgfalken und Lanners ähnlich, und nicht jenen des Wanderfalken. Das längste Flügelskelett besitzt der Würgfalk, auf ihn folgen Falco jugger und biarmicus. Das Fuss-Skelett ist bei der Art Falco biarmicus am längsten und von fast gleicher Länge ist das von Falco cherrug. Der Flügel ist aber beim Würgfalken noch im Verhältnis zu seinem relativ langen Fuss lang /zahlenmässig ist der Wert Flügel/Fuss am grössten/, und dies bedeutet, dass unter den untersuchten Falkenarten der Würgfalk den "schlanksten" Körperbau hat. Beim Lanner gesellt sich zu dem ein wenig verkürzten Flügel ein längerer Fuss, was zur Folge hat, dass die Verhältniszahl Flügel/Fuss jener des Wanderfalken entspricht, für welchen ein kürzerer Flügel und Fuss bezeichnend sind. Dieser Wert erweist sich beim Gerfalken am niedrigsten, denn bei dieser Art gesellt sich dem relativ kürzeren Flügel ein etwas längerer Fuss als beim Wanderfalken. Diese Proportionen werden in Abb. 2 graphisch dargestellt, in welcher sich der Punkteschwarm in zwei klar getrennte Gruppen teilte. Zu der einer Gruppe gehören Falco peregrinus und Falco rusticolus, der anderen Falco cherrug, Falco biarmicus und Falco jugger.

Wird zur Sternum-Coracoideum-Länge, die als Bezugsbasis gewählt wurde, auch die des Pelvis zugegeben, so kommt man der tatsächlichen Länge des Rumpfes näher an. Auf diese Weise erhalten wir folgende Werte:
F. rusticolus 207,8 mm, F. cherrug 177,9 mm, F. peregrinus 179,2 mm. F. jugger 147,6 mm.

Werden diese Masse auf die Länge der Gliedmassen bezogen, so ergeben sich folgende Verhältniszahlen:

	F.rusticolus	F.cherrug	F.peregrinus	F.jugger
Flügel	1,64	1,79	1,63	/1,74/
Fuss	1,23	1,26	1,19	1,25

Hinsichtlich der Flügel- und Fusslänge lassen sich die einzelnen Arten in dieselbe Reihe einordnen, wie im oberen Falle. Deshalb schien es mir begründet, für eine Bezugsbasis weiterhin die Sternum + Coracoideum-Länge als etwa einen Rumpf-Wert zu wählen. Dies machte auch das Fehlen jeglicher Pelvis-Massangaben von der Art Falco biarmicus überwindbar.

Die den Körperbautyp der untersuchten Falkenarten bestimmenden Masse werden in der Formel "Flügel x Fuss/Rumpf²" in ihrer Gesamtheit berücksichtigt; ein niedriger zahlenmässiger Wert bedeutet die "Gedrungenheit", ein höherer die "Schlankheit" der Körpergestalt der betreffenden Art.

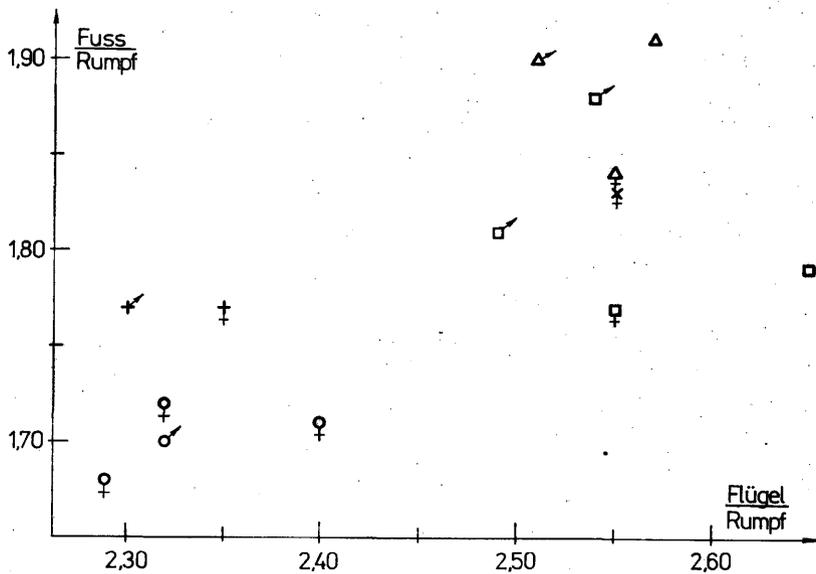


Abb. 2. Relative Länge des Flügels und des Fusses
 + Falco rusticolus, □ Falco cherrug, △ Falco biarmicus, o Falco peregrinus,
 x Falco jugger

Tabelle 4.

"Gedrungenheit", bzw. "Schlankheit" der Körpergestalt in zahlenmässigen Werten ausgedrückt

	F. rusticolus	F. cherrug	F. biarmicus	F. peregrinus	F. jugger
$\frac{\text{Flügel} \times \text{Fuss}}{\text{Rumpf}^2}$	4,13	4,87	4,71	3,87	/4,66/

In Reihe gestellt:
 "am meisten gedrungen" "am meisten schlank"
 F. peregrinus > F. rustic. > F. jugger > F. biarmicus > F. cherrug

Im weiteren werden die Längemasse der Knochen innerhalb des Rumpfes sowie der Gliedmassen miteinander verglichen.

Die Länge des Cranium - in Prozenten der summierten Längenmasse des Sternum, Coracoideum und Pelvis ausgedrückt - beträgt folgende Werte: Falco cherrug 40,4, F. peregrinus 38,5. Wird die Länge des Cranium im Verhältnis nur zur summierten Länge Sternum + Coracoideum berechnet, so bekommt man folgende Werte: Falco cherrug 59,1, F. biarmicus 61,9, F. peregrinus 55,0. Diese Werte zeigen eindeutig, dass der Schädel beim Wanderfalken merklich kleiner als bei den übrigen Arten ist.

Die Länge des Sternum - ebenfalls in Prozenten der Coracoideum-Länge ausgedrückt - beträgt folgende Werte: Falco rusticolus 138,0, F. cherrug 132,5, F. biarmicus 140,0, F. peregrinus 147,8, F. jugger 140,2. Wird die summierte Länge der drei Hauptknochen des Rumpfes, und zwar die des Sternum, Coracoideum und Pelvis für 100 % gewählt, so fallen daraus auf die einzelnen Knochen folgende Werte:

Tabelle 5.

Länge der Hauptknochen des Rumpfes in Prozenten ihrer summierten Länge ausgedrückt

	F. rusticolus	F. cherrug	F. peregrinus	F. jugger
Coracoideum	29,4	29,4	28,2	28,5
Sternum	40,5	39,0	41,8	39,9
Pelvis	30,1	31,6	30,0	31,6

Wie aus den oben mitgeteilten Angaben hervorgeht, besitzt der Wanderfalk das längste Sternum, andererseits das kürzeste Coracoideum und Pelvis. Der Gerfalk steht hinsichtlich der Sternum-Länge in der Mitte, der Pelvis ist bei ihm verhältnismässig kurz, das Coracoideum dagegen lang. Das kürzeste Sternum hat der Würgfalk, Pelvis und Coracoideum sind dagegen bei dieser Art am längsten, er steht also im scharfen Gegensatz zum Wanderfalken.

Innerhalb den Gliedmassen kann die Länge der einzelnen Knochen sowohl miteinander als auch mit der summierten Länge sämtlicher Gliedmassenknochen verglichen werden. Im ersten Fall muss ein Skelett-Element für Bezugsbasis gewählt werden; ich entschied mich für die längsten Knochen der Gliedmassen, d.h. Ulna, bzw. Tibiotarsus.

Tabelle 6.

Relative Länge der Gliedmassenknochen in Prozenten ausgedrückt

	F. rusticolus	F. cherrug	F. biarmicus	F. peregrinus	F. jugger
<u>Humerus</u>					
Ulna	85,9	85,4	84,9	89,3	83,1
<u>CMC.</u>					
Ulna	59,2	59,4	59,4	62,4	58,8
<u>Femur</u>					
Tib.t.	82,4	79,5	76,8	75,9	76,9
<u>TMT.</u>					
Tib.t.	61,4	60,2	64,4	59,3	62,8

Länge des Humerus bezogen auf die der Ulna:

Falco peregr. > F. rustic. > F. cherrug > F. biarmicus > F. jugger

Grösse des Carpometa- und Carpometacarpus bezogen auf die der Ulna:

Falco peregr. > F. cherrug > F. biarmicus > F. rustic. > F. jugger

Länge des Femur im Verhältnis zu der des Tibiotarsus:

Falco rusticolus > F. cherrug > F. jugger > F. biarmicus > F. peregrinus

Länge des Tarsometatarsus im Verhältnis zu der des Tibiotarsus:

Falco biarmicus > F. jugger > F. rusticolus > F. cherrug > F. peregrinus

Aus den oben aufgezählten Verhältniszahlen geht klar hervor, dass die Unterschiede zwischen den einzelnen Knochen des Flügels hinsichtlich ihrer Längen am niedrigsten beim Wanderfalken, am grössten dagegen bei F. jugger sind. Beim Ger- und Würgfalken sowie beim Lanner sind die entsprechenden Verhältniszahlen im grossen und ganzen die gleichen. Was nun die Knochen des Fusses betrifft, so findet man die grössten Längenunterschiede beim Wanderfalken, wenigstens falls die einzelnen Knochen mit dem Tibiotarsus verglichen werden. Den längsten Femur besitzt der Gerfalk, auf ihn folgt der Würgfalk, während man den längsten Tarsometatarsus beim Lanner und jugger findet. Diese Verhältnisse werden auch durch die in Prozenten ausgedrückten Verhältniszahlen bewiesen, die folgende Werte besitzen: Falco rusticolus 134,1; F. cherrug 132,0; F. biarmicus 119,1; F. peregrinus 127,9; F. jugger 122,5.

Von grosser Bedeutung zu sein scheint die Länge des Hand-Skelettes /Carpometacarpus + Digiti 2. alae/, wenn sie auf die übrigen Skelettelemente des Flügels, vor allem auf die Länge der Ulna bezogen wird. Nach DEMENTIEW und ILJITSCHEW /1961/ sowie BÄHRMANN /1974/ steht dies im engen Zusammenhang mit

der Zugespitztheit des Flügels /selbstverständlich den gefiederten Flügel betrachtend/, aber auch mit dem Flugvermögen des Vogels. Je länger das Handskelett ist, desto zugespitzter ist auch die Form des Flügels, und desto ausgezeichneter ist das Flugvermögen des Tieres. Unter den Greifvögeln ist das Handskelett einzig und allein bei den Falconidae länger als die Ulna; verglichen mit dem Humerus ist das Handskelett mit 18,7 - 27,7 % länger, während bei allen übrigen Arten einmal mit 10 % /BÄHRMANN, 1974/. Bei den von mir untersuchten Arten gestalteten sich die Verhältniszahlen folgendermassen:

Tabelle 7.

Länge des Handskelettes in Prozenten der Ulna-, bzw. Humerus-Länge ausgedrückt

	F. rusticolus	F. cherrug	F. biarmicus	F. peregrinus	F. jugger
CMC+dig.2. Ulna	101,2	102,9	102,0	110,9	/100,2/
CMC+dig.2. Humerus	117,8	120,5	120,3	124,2	/120,6/

Die Länge des Handskelettes im Verhältnis zu der der Ulna:
Falco peregr. > F. cherrug > F. biarmicus > F. rusticolus / > F. jugger/

Die Länge des Handskelettes im Verhältnis zu der des Humerus:
Falco peregr. / > F. jugger/ > F. cherrug > F. biarmicus > F. rusticolus

Beim Wanderfalken ist die Länge des Handskelettes bedeutend grösser als bei den übrigen Falkenarten, und zwar vor allem auf die Ulna-Länge bezogen /8-10,7 %/, wird aber sie mit dem Humerus in Verhältnis gestellt, so ist der Unterschied schon kleiner /3,6-6,4 %/. Dies beweist, dass im Handskelett des Wanderfalken vor allem die Ulna kürzer geworden ist. Das Entgegengesetzte kann beim *F. jugger* beobachtet werden. Bei dieser Art ist die Ulna verhältnismässig lang, denn wird die Länge des Handskelettes auf diesen Knochen bezogen, so ergibt sich ein auffallend niedriger Längenwert, während die auf den Humerus bezogenen Gesamtlänge durchschnittlich ist. Das kürzeste Handskelett besitzt *F. rusticolus* - sowohl auf die Ulna als auch den Humerus bezogen. Der Würgfalk und der Lanner werden in dieser Hinsicht durch ungefähr gleiche Verhältniszahlen charakterisiert, beim Gerfalken besitzen sie einen etwas höheren Wert.

Wird die Länge der einzelnen Gliedmassen-Knochen in der Prozenten der Gesamtlänge der Gliedmassen ausgedrückt /letzte für 100 % wählend/, so bekommt man folgende Werte:

Tabelle 8.

Länge der Flügel-Knochen in Prozenten der summierten Länge derselben ausgedrückt

	F. rusticolus	F. cherrug	F. biarmicus	F. peregrinus	F. jugger
Humerus	29,9	29,6	29,6	29,7	/29,3/
Ulna	34,8	34,7	34,8	33,3	/35,3/
Carpometacarpus	20,6	20,6	20,7	20,8	/20,8/
Dig.2.alae	14,7	15,1	14,9	16,2	/14,6/

Tabelle 9.

Länge der Fussknochen in Prozenten der summierten Länge derselben ausgedrückt

	F. rusticolus	F. cherrug	F. biarmicus	F. peregrinus	F. jugger
Femur	33,8	33,2	31,8	32,2	32,1
Tibiotarsus	41,0	41,7	41,5	42,5	41,7
Tarsometatarsus	25,2	25,1	26,7	25,2	26,2

Die zahlenmässigen Angaben der Tabellen 8 und 9 bringen im wesentlichen dieselben Verhältnisse zum Ausdruck, die oben schon dargelegt wurden. Zusammenfassend lässt es sich feststellen, dass der Wanderfalk einen relativ langen Humerus, eine kurze Ulna und ein langes Handskelett besitzt. Der Gerfalk hat dagegen einen langen Humerus, aber ein kurzes Handskelett. Würgfalk und Lanner stehen in dieser Hinsicht einander nahe, die Art *F. jugger* wird dagegen durch einen kurzen Humerus, eine lange Ulna und ein kurzes Handskelett charakterisiert.

An dieser Stelle soll erwähnt werden, dass nach BÄHRMANN jene Falken, die einen schmalen Flügel besitzen, auch eine kürzere Ulna haben als die übrigen Greifvögel, die alle mit einem breiteren Flügel fliegen. Falls sich diese Annahme als richtig erwiese, so würde der Wanderfalk den schmalsten, *F. jugger* dagegen den breitesten Flügel besitzen.

Was nun die Fussknochen betrifft, so hat der Wanderfalk den längsten Tibiotarsus, während Gerfalk den kürzesten, aber einen langen Femur. Beim Lanner und *F. jugger* ist der Femur kurz, der Tarsometatarsus dagegen lang.

Die Länge der Flügel- und Fussknochen werden in den Abb. 3 und 4 graphisch dargestellt.

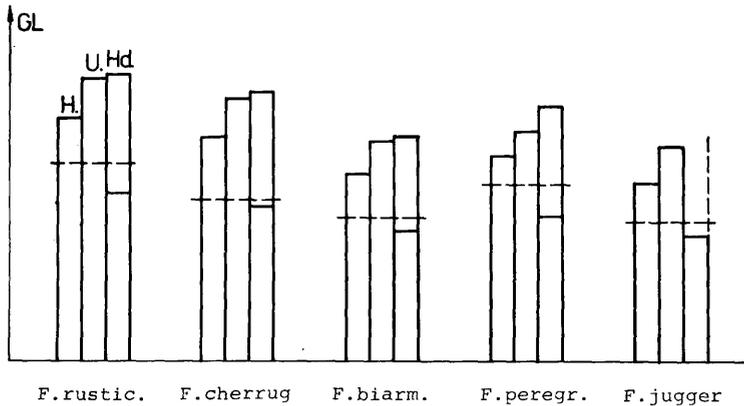


Abb. 3. Graphische Darstellung der Humerus /H/-, Ulna /U/- und Handskelett-Länge /Hd = Carpometacarpus + digiti 2. alae/ -----Länge des Sternum

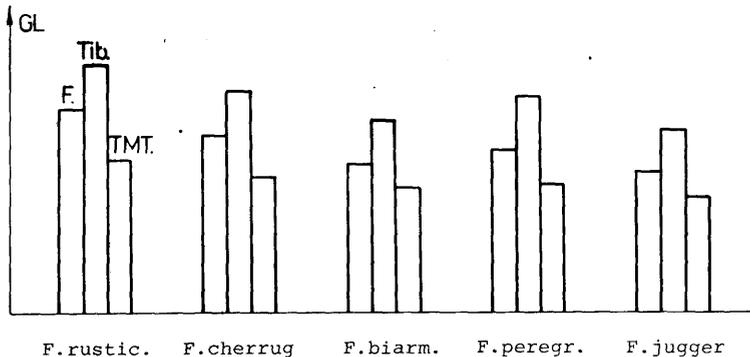


Abb. 4. Graphische Darstellung der Femur /F/-, Tibiotarsus /Tib/- und Tarsometatarsus /TMT/-Länge

Nun sollen die relativen Längen der einzelnen Zehen miteinander verglichen werden. Für eine Bezugsbasis wurde auch in diesem Falle die Länge des ganzen Fusses gewählt /Femur + Tibiotarsus + Tarsometatarsus/ und nicht die eines bestimmten Knochens, um die individuellen Eigentümlichkeiten beseitigend die Masse mit der Körpergrösse des Tieres in Verhältnis bringen zu können.

Tabelle 10.

Länge der Zehen in Prozenten der Gesamtlänge des Fusses /Femur + Tibiotarsus + Tarsometatarsus/ ausgedrückt

	F. rusticolus	F. cherrug	F. biarmicus	F. peregrinus	F. jugger
dig.1.	9,0	9,0	8,8	9,9	8,8
dig.2.	13,7	13,6	13,4	15,1	14,0
dig.3.	20,4	21,2	22,1	25,2	22,7
dig.4.	15,4	16,3	16,5	19,5	17,0

Werden die zahlenmässigen Angaben ihrer Grösse nach in eine Reihe gestellt, so sieht man, dass beim Wanderfalken sämtliche vier Zehen bedeutend länger als bei den übrigen Arten sind. Seine 3. Zehe besitzt eine Länge, die 25 % der Gesamtlänge des Fusses ausmacht. Auf ihn folgt Falco jugger, dann F. biarmicus, bei welchem die 1. Zehe aber kürzer als bei den übrigen ist. Die kürzesten 3. und 4. Zehe besitzt F. rusticolus, während die Zehen 1. und 2. nur von mittlerer Länge sind; dies hat zur Folge, dass man den kleinsten Unterschied zwischen den Zehenlängen gerade bei dieser Art findet. Ähnliche Verhältnisse zeigt auch die Art F. cherrug, nur in beschränkterem Masse.

Werden die Zehenlängen miteinander verglichen und auf die Länge des Tarsometatarsus bezogen, so bekommt man folgende Werte:

Tabelle 11.

Länge der einzelnen Zehen aufeinander und auf die Länge des Tarsometatarsus /100 %/ bezogen

	F. rusticolus	F. cherrug	F. biarmicus	F. peregrinus	F. jugger
<u>dig.3.</u> dig.2.	149,7	156,2	165,5	167,2	162,4
<u>dig.4.</u> dig.2.	112,6	119,6	123,4	129,4	122,1
<u>dig.4.</u> dig.3.	75,2	76,6	74,5	77,4	75,2
<u>dig.3.</u> TMT.	81,1	84,6	82,8	100,0	86,6

Nach der auf die 2. Zehe bezogenen Länge der 3. Zehe lassen sich die untersuchten Falkenarten in folgende Reihe ordnen:

F. peregr. > F. biarmicus > F. jugger > F. cherrug > F. rusticolus

Nach der Länge der 4. Zehe:

F. peregr. > F. biarmicus > F. jugger > F. cherrug > F. rusticolus

Daraus ist ersichtlich, dass die Reihenfolge der Länge der einzelnen Zehen bei sämtlichen untersuchten Arten die gleiche ist; dadurch wird bewiesen, dass die Zehen bei einigen Arten im allgemeinen kürzer, bei anderen dagegen länger sind. Auf die 2. Zehe bezogen hat der Wanderfalk die längsten 3. und 4. Zehen. Verglichen mit den entsprechenden Zehen des Gerfalken sind die Zehen etwa 17 %, mit jenen des Würgfalken etwa 10-11 % länger. Gegenüber dem Wanderfalken beträgt beim Lanner der Längenunterschied im Falle der 3. Zehe nur 1,7 % in jenem der 4. Zehe 6 %; bei dieser Art zeichnet sich also die 3. Zehe durch eine besondere Länge aus. Bei der Art F. jugger sind beide Werte 9,8, bzw. 7,3 %, d.h. ebenfalls abweichend für beide Zehen. Der Längenunterschied zwischen den 3. und 4. Zehen - ausgedrückt in Prozenten der Länge der 2. Zehe - beträgt folgende Werte: F. rusticolus 37,1; F. cherrug 36,6; F. biarmicus 42,1;

F. peregrinus 37,8; F. jugger 40,4. Dem oben dargelegten ähnlich beweisen auch diese Zahlen, dass während das Verhältnis zwischen den 3. und 4. Zehen - ausgedrückt in Prozenten der Länge der 2. Zehe - im grossen und ganzen dasselbe ist, zeichnet sich beim Lanner und F. jugger die 3. Zehe durch eine beträchtlichere Länge aus.

Werden die beiden Zehen 3. und 4. miteinander verglichen, so wird ersichtlich, dass der Unterschied zwischen den Längen erwähnter Zehen beim Wanderfalken am niedrigsten ist, was durch die besonders lange 4. Zehe bedingt wird, beim Lanner dagegen am grössten was durch die lange Mittelzehe verursacht wird.

Und schliesslich wurde die Länge der 3. Zehe auf die Länge des Metatarsus bezogen. Die erhaltenen zahlenmässigen Werte beweisen, dass beim Wanderfalken beide Knochen von gleicher Länge sind, und dies entspricht den Literaturangaben, die von Bälgen gewonnen wurden. Den zweitgrössten Wert findet man bei der Art F. jugger, auf sie folgt F. cherrug /letztenannter besass den kürzester Tarsometatarsus/. Bei der Art F. biarmicus sank dieser Wert auffallend ab - trotz seiner langen Mittelzehe, was durch seinen besonders langen Tarsometatarsus verursacht wurde. Den niedrigsten Wert gab - infolge der Kürze seiner Mittelzehe - die Art F. rusticolus.

Die Längen der Zehen und des Tarsometatarsus von den einzelnen Arten werden in Abb.5 graphisch dargestellt.

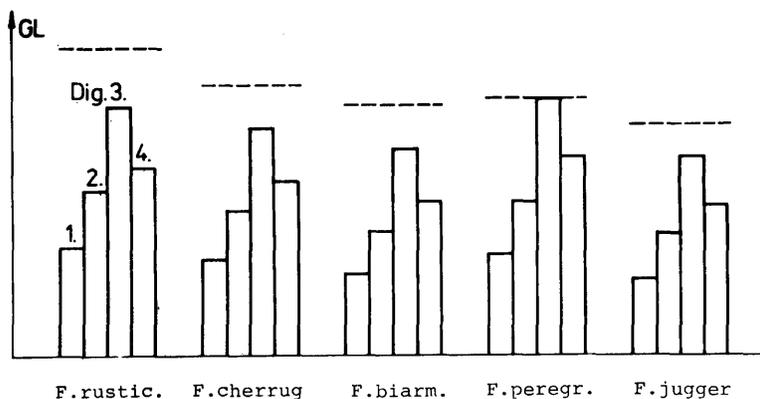


Abb. 5. Graphische Darstellung der Zehen /Dig.1-4/-Länge
-----Länge des Tarsometatarsus

GESCHLECHTSDIMORPHISMUS

In der Körpergrösse sämtlicher untersuchter Falkenarten lässt sich ein Geschlechtsdimorphismus beobachten. Es sind immer die Weibchen, die die Männchen - und zwar manchmal in auffallender Weise - ihrer Körpergrösse nach übertreffen. Ausserdem sind auch in den Proportionen des Körperbaues kleinere Unterschiede zu beobachten. Die Männchen sind im allgemeinen schlanker gebaut, ihre Knochen sind verhältnismässig dünner, ihr Sternum schmäler als die der Weibchen /BÄHRMANN, 1974/.

Wie schon in der Einleitung erwähnt wurde, erschien eine Sonderung des Untersuchungsmaterials nach dem Geschlecht - wegen der niedrigen Individuenzahl - nicht begründet, möchte ich jedoch im folgenden die Längenmasse der wichtigsten Skelettelemente auch in dieser Aufteilung mitteilen /Tab.12./.

Der Ausmass des Geschlechtsdimorphismus lässt sich bei den einzelnen Arten aus den durchschnittlichen Längenmassen der Einzelknochen auch zahlenmässig bestimmen, wenn die für die ♀♀ und ♂♂ bezeichnenden Werte auf das Mittel beider Geschlechter bezogen werden. Tabelle 13 enthält diese Werte bezüglich der wichtigsten Knochen.

Tabella 12.

		F. rusticolus		F. cherrug		F. biarmicus		F. peregrinus	
		min.-max.	\bar{x}	min.-max.	\bar{x}	min.-max.	\bar{x}	min.-max.	\bar{x}
Cranium	♂	-	-	68,7	68,7	63,3	63,3	64,7	64,7
	♀	-	-	75,4	75,4	63,6	63,6	70,6- 71,8	71,2
Coracoid.	♂	57,6 - 59,7	58,6	48,9- 49,3	49,1	42,6- 43,0	42,8	46,5	46,5
	♀	64,4 - 65,3	64,8	55,3- 55,8	55,5	43,0- 45,0	44,2	51,9- 53,3	52,5
Scapula	♂	66,0 - 69,0	67,3	57,5	57,5	50,5- 51,0	50,7	53,2	53,2
	♀	73,0 - 75,0	74,0	62,0- 63,6	62,8	53,0- 55,0	54,0	61,1- 61,9	61,5
Sternum	♂	80,7 - 82,5	81,7	66,0- 71,2	68,6	58,0	58,0	68,0	68,0
	♀	87,0 - 88,0	87,5	77,0	77,0	60,7- 67,0	63,8	74,1- 77,6	76,2
Humerus	♂	96,5 - 98,0	97,1	88,1	88,1	74,8- 76,3	75,5	78,0	78,0
	♀	110,0 -112,0	111,0	96,2- 99,3	98,2	79,4- 83,8	81,6	86,5- 89,5	88,5
Ulna	♂	107,7-111,0	109,2	101,9-103,6	102,7	87,3- 92,0	89,6	84,8- 89,6	87,2
	♀	119,7-140,6	127,4	115,0-117,7	116,3	93,0- 98,0	95,5	100,6-103,5	102,1
CMC.	♂	65,9- 68,5	67,2	59,4- 61,5	60,4	52,5- 52,9	52,7	53,6- 55,3	54,4
	♀	72,0- 75,0	73,1	67,6- 69,3	68,2	55,2- 58,6	56,9	62,0- 64,1	63,0
Femur	♂	82,6- 84,0	83,2	71,6	71,6	60,5- 60,9	60,7	64,5	64,5
	♀	91,2- 92,0	91,6	74,2- 77,1	75,6	61,4- 65,0	63,2	69,7- 71,4	70,6
Tib.t.	♂	99,5-102,0	100,5	90,3- 90,7	90,5	79,2- 80,0	79,6	81,5	81,5
	♀	107,6-111,0	109,4	97,4- 97,9	97,6	80,9	80,9	91,1- 95,4	92,9
TMT.	♂	62,0- 63,0	62,4	55,1- 55,7	55,4	51,1- 53,0	52,0	49,1	49,1
	♀	63,6- 69,0	66,0	56,2- 60,5	58,1	52,1- 53,0	52,5	53,1- 57,0	54,9

Tabelle 13.

Grössenunterschiede zwischen Weibchen und Männchen in Prozenten ausgedrückt

	F. rusticolus	F. cherrug	F. biarmicus	F. peregrinus
Sternum	6,85	11,54	9,52	11,37
Coracoideum	10,05	12,24	3,22	12,12
Humerus	13,36	10,85	7,77	12,62
Ulna	15,38	12,42	6,38	15,75
CMC.	8,41	12,13	7,66	14,65
Femur	9,61	5,43	4,03	9,03
Tibiotarsus	8,48	7,55	1,62	13,07
TMT.	5,61	4,76	0,96	11,15

Aus der Tabelle 13 ist zu entnehmen, dass der geschlechtsbedingte Grössenunterschied hinsichtlich der verschiedenen Knochen auch innerhalb von ein und derselben Art weitgehend variieren kann. Dies beweist, dass der Körperbau des Weibchens und Männchens /manchmal aber auch der von einzelnen Exemplaren/ voneinander abweichend gestaltet sein kann. Bei den Flügelknochen sind die geschlechtsbedingten Unterschiede - in Prozenten ausgedrückt und als Durchschnittswerte berechnet - grösser, bei den Fussknochen dagegen niedriger als bei den Knochen des Rumpfes. Dieses Verhältnis macht sich bei sämtlichen untersuchten Arten bemerkbar, aber im Falle der Fussknochen des Würgfalken und Lanners ist der Grössenunterschied besonders niedrig - im Verhältnis zu den übrigen Skelettelementen.

Es lässt sich jedoch feststellen, dass den grössten Geschlechtsdimorphismus der Wanderfalk aufweist; bei dieser Falkenart beträgt der geschlechtsbedingte Grössenunterschied im Durchschnitt 12-13 %. Beim Ger- und Würgfalken ist der Unterschied 9-10 %, beim Lanner am niedrigsten, etwa 5 %.

Nach DEMENTIEW /1961/ ist der Geschlechtsdimorphismus bei jenen Falkenarten am kräftigsten entwickelt, die sich in ihrer Ernährung auf Vögel spezialisierten. Die von ihm aufgrund der Flügellänge /die immer an Vögeln in Federn gemessen wurde/ berechneten Werte entsprechen den oben angeführten prozentuellen Werten, mit Ausnahme der Art *F. biarmicus*, von welcher er keine Angaben mitgeteilt hatte. Es scheint erwähnenswert zu sein, dass aufgrund meiner eigenen Berechnungen der geschlechtsbedingte Grössenunterschied gerade bei dieser Art auffallend niedrig ist. Dies steht im Widerspruch zu DEMENTIEW's Behauptungen, da diese Art sich in erster Reihe mit Vögeln ernährt. Auch unter den von DEMENTIEW angeführten Beispielen befindet sich ein Greifvogel, für welchen seine Behauptung keine Gültigkeit besitzen zu scheint. Dieser Greifvogel ist der Baumfalke /*Falco subbuteo*/, einer der schnellsten fliegenden Vögel, der sich ausserdem fast ausschliesslich mit gut fliegenden Vögeln ernährt. Genannter Autor fand beim Baumfalken einen geschlechtsbedingten Unterschied von 5,75 % /d.h. eine Grössenordnung, die für die Turmfalken charakteristisch ist/.

Die Grössenunterschiede zwischen den beiden Geschlechtern /nebenbei auch zwischen den Arten/ werden in Abb. 6 graphisch dargestellt; die Abbildung enthält /die früher schon angewandten/ Flügel- und Fusslängen, die die Grösse des Vogels am besten zum Ausdruck bringen sowie die mit der Grösse des Körpers proportionelle summierte Sternum + Coracoideum /Rumpf-/Länge.

DER ZUSAMMENHANG ZWISCHEN LEBENSWEISE UND BAU DES SKELETTES

Im folgenden werde ich von den Ergebnissen meiner früheren Untersuchungen über die Gestalt verschiedener Knochen /SOLTI, 1980, 1981/a, 1981/b/ mehrmals Gebrauch machen, um die funktionellen Zusammenhänge zu erklären.

Die Ergebnisse der oben angeführten sowie früherer Untersuchungen überblickend kommen wir zu dem Schluss, dass aufgrund seines Körperbaues der Wanderfalk von allen übrigen untersuchten Arten getrennt werden kann. Gemäss Literaturangaben verzehrt der Wanderfalk unter allen Falkenarten verhältnismässig die meisten Vögel, er ist imstande auch die schnellsten zu überwältigen; der Vogel kann also nicht nur schnell fliegen, sondern er verträgt auch die grosse physische Belastung seines Organismus während des schnellen Fluges. Selbstverständlich findet dies alles auch im Bau des Skelettes einen Ausdruck.

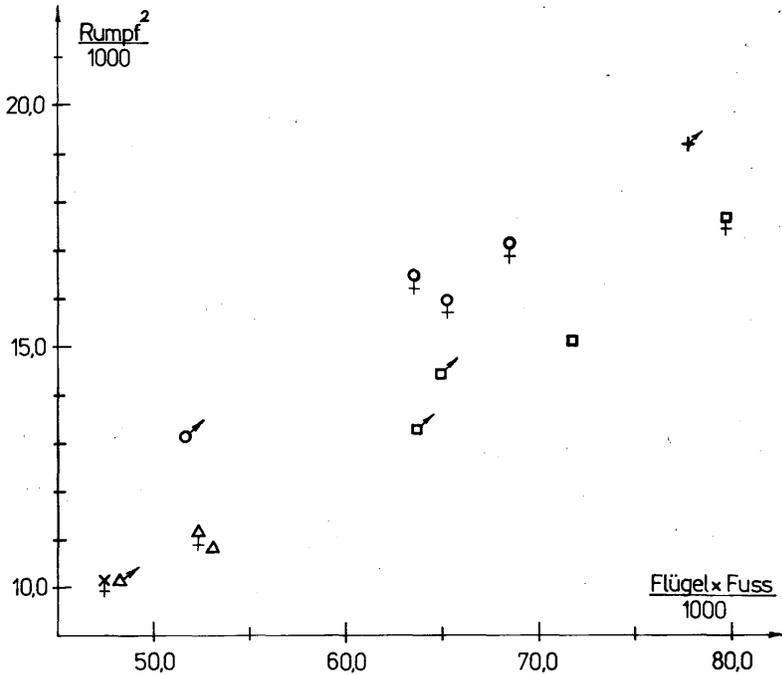


Abb. 6. Graphische Darstellung der Grössenunterschiede zwischen den untersuchten Arten sowie beiden Geschlechtern
 + Falco rusticolus, □ Falco cherrug, Δ Falco biarmicus, o Falco peregrinus, x Falco jugger

Der Kopf des Wanderfalken ist bedeutend kleiner als der des Würgfalken oder Lanners, und dieser Umstand erweist sich beim schnellen Flug als besonders vorteilhaft, da der während des Fluges entstandene Widerstand des Luftes erniedrigt wird. Einen niedrigeren Widerstand verursacht auch der Überaugenbogen des Wanderfalken, der viel flacher und in grösserem Masse nach hinten gebogen als bei den übrigen Falkenarten. Dies hat aber eine grosse physiologische Bedeutung, was darin besteht, dass der Wanderfalk - in der Höhe fliegend und von dort nach einer Beute pirschend - vor allem den freien Luftraum überblickt, und eben deshalb brauchen seine Augen einen grösseren Gesichtswinkel notwendig /dieser Winkel wäre von einem breiteren Überaugenbogen eingeengt /. Beim Würg- und Wanderfalken hat der Überaugenbogen eine grössere Breite: beide Arten fangen aber einen grösseren Teil ihrer Beute auf dem Boden und auch von den Vögeln erbeuten sie vor allem die langsam fliegenden /so z.B. der Gerfalk Schneehühner/.

Die Stellung der Augen lässt sich folgenderweise darstellen /nach ENGELMANN/



Dem Wanderfalken ermöglicht sein - im Verhältnis zu den übrigen Falkenarten - kräftiger Schnabel und "Falkenzahn" einen grösseren Kraftaufwand, und so ist er imstande, auch eine Beute von grösseren Körpermassen zu überwäligen.

Dies wird auch durch seinen grösseren, kräftiger verknöcherten Unterkiefer unterstützt, worauf auch das Fehlen des Foramen mandibulae hindeutet. In dieser Hinsicht besteht zwischen den Arten Ger- und Würgfalk sowie Lanner kein wesentlicher Unterschied.

Dem äusserst energischen, "harten" Flug und der mit diesem verknüpften grossen physischen Belastung entsprechen auch die Masse des Sternum, die Länge und Höhe der Crista sterni sowie sie auf dem Humerus vorhandene Crista tuberculi dorsalis, die kräftiger als bei den übrigen Falkenarten ist; all diese Eigentümlichkeiten der erwähnten Skelettelemente ermöglichen das Anhaften von besonders kräftigen Flugmuskeln. Auch die Skelettelemente des Flügels sind dicker und kürzer, was eine grössere Festigkeit bietet. Ähnliche Eigentümlichkeiten machen sich auch beim Wanderfalken bemerkbar, nur sind sie weniger auffallend. Auch diese Art besitzt ein überaus grosses Sternum, die einzelnen Skelettelemente des Flügels sind aber im Verhältnis zum Sternum kurz und dick. Crista sterni ist aber kürzer und niedriger, die sich auf dem Humerus erhebende Crista tuberculi dorsalis besitzt einen bescheideneren Mass als beim Wanderfalken. Wohl möglich, dass der Flug des Gerfalken eben deshalb weniger energisch als der des Wanderfalken ist. Die Masse des Sternum sowie die der Crista tuberculi dorsalis zeugen für eine kräftigere Muskulatur beim Lanner, da aber bei dieser Art die einzelnen Knochen des Flügels ziemlich lang sind, fällt auf eine Oberflächeneinheit des Flügels weniger Muskulatur als bei den obenerwähnten Arten.

Das längste Flügelskelett besitzt der Würgfalk, aber sogleich auch die kürzeste und niedrigste Crista sterni sowie eine schwächere Crista tuberculi dorsalis. Diese Eigentümlichkeiten des Skelettsystems haben in ihrer Gesamtheit einen "weichen" Flug zur Folge.

Aufgrund der Masse des Sternum und Humerus könnte man annehmen, dass das Flugvermögen der Art *Falco jugger* dem des Würgfalken ähnlich sei, es wäre aber ein reicheres Untersuchungsmaterial notwendig, um dies zu beweisen.

Die relativen Masse Sternum/Coracoideum, die ebenfalls das Flugvermögen der Art zum Ausdruck bringen, stehen im Einklang mit den oben dargelegten. Jene Art, bei welcher das Sternum verhältnismässig kräftiger entwickelt ist als das Coracoideum, verfügt über kräftigere Flugmuskeln. Die Kraft des Fluges steht im Zusammenhang mit dem relativen Körpergewicht des Vogels, aber auch mit der im vorangehenden Abschnitt berechneten "Gedrungenheit" des Körpers, die eine ähnliche Reihenfolge zeigte. Um einen verhältnismässig schwereren Körper in der Luft schweben zu lassen, braucht das Tier kräftigere Flügelschläge, diese fordern aber kürzere, jedoch kräftigere Flügelschlagknochen /selbstverständlich bezieht sich dies alles nur auf Vögel, die dieselbe Flugtechnik ausüben/. Ein grösseres Körpergewicht ermöglicht den Falken das Erbeuten eines verhältnismässig grösseren Beutetieres, denn die erwähnten Falken die angegriffenen grösseren Vögel während ihres Sturzes aus dem Luftraum einfach hinterstossen. Für ein solches Vorgehen erweist sich das grössere Körpergewicht des Greifvogels als vorteilhaft, denn es bedeutet eine grössere Bewegungsenergie und der Vogel kann einen kräftigeren Stoss ausüben.

Wie schon erwähnt, kann man aus dem Verhältnis, in welchem die Skelettelemente des Flügels zueinander stehen, Rückschlüsse auf die Form der Flügeloberfläche ziehen. Nach dem Grad der Zugespitztheit des /befiederten/ Flügels lassen sich die untersuchten.

Arten in folgende Reihe stellen:

am meisten	am wenigsten
zugespitzt	zugespitzt
F. peregrinus > F. cherrug > F. biarmicus > F. rusticolus > F. jugger	

Die Ernährungsspezialisation gelangt bei den Greifvögeln am besten im Bau der Zehen zum Ausdruck, denn sie ergreifen mit diesen ihre Beute. Für die Ergreifung eignen sich die längeren Zehen viel besser als die kürzeren, da nur sie ein sicheres Festhalten des Beutetieres ermöglichen können. Den 3. und 4. Zehen kommt eine entscheidende Bedeutung für ein sicheres Umfassen des Beutetieres zu /die 1. Zehe greift gegen ihnen/. Im Töten des Beutetieres spielt dagegen sowohl die 1. als auch die 2. Zehe eine grosse Rolle, was auch die besonders kräftig entwickelten Krallen dieser Zehen beweisen. Wegen einen grossen Kraftaufwandes braucht dazu der Vogel kurze, aber kräftige Zehen. Von jenen Arten also, die eine längere 3. und 4. Zehe besitzen, kann angenommen werden, dass sie ornithophag sind /DEMENTIEW & ILJITSCHEW, 1961/.

Unsere Untersuchungen beweisen, dass die Reihenfolge der Länge der 3. und 4. Zehen im Verhältnis zu der der 2. bei den einzelnen Arten dieselbe ist. Dementsprechend sind die 3. und 4. Zehen beim Wanderfalken am längsten, der sich tatsächlich am weitgehendsten an Vogelfang spezialisiert hat; auf ihn folgt der Lanner, bei welchem die Mittelzehe durch seine besondere Länge hervorspringt. Die kürzesten Zehen hat der Gerfalk. Dies lässt sich jedoch nur schwer mit der Ernährungsweise des Gerfalcken vereinbaren, da er sich vor allem mit Vögeln ernährt. Der scheinbare Widerspruch kann vielleicht damit erklärt werden, dass der Gerfalk die seine Beute bildenden Vögel nicht hoch im freien Luftraum fliegend erhascht - wie der Wanderfalk - sondern in der Nähe des Bodens, wo sowohl das Beutetier als auch der Greifvogel selbst nur langsam fliegen können. Ausserdem besteht seine Beute vor allem aus langsam fliegenden Arten. Die Länge der beiden erwähnten Zehen weist nicht unmittelbar auf das Verhältnis hin, das zwischen der Menge der erbeuteten Vögel und Säugetieren besteht, sie steht auch damit im Zusammenhang, auf welcher Weise die Beutetiere erhascht werden sowie mit dem Flugvermögen des Beutetieres. Aufgrund der oben dargelegten Gesichtspunkten ist der Lanner weniger, der Würgefalk im größeren Masse ornithophag.

Zum Schluss soll noch der Bergmann'sche Regel erwähnt werden, der sich auch hinsichtlich der Körpergrösse bei den untersuchten Falken mit aller Deutlichkeit bemerkbar machte. Den grössten Körper besitzt der Gerfalk mit circumpolarer Verbreitung; nach dem Aequator hin nimmt die Körpergrösse allmählich zu. Am kleinsten erwiesen sich unter den untersuchten Arten der Lanner mit afrikanischer sowie *Falco jugger* mit indischer Verbreitung. Wohl möglich, dass es auch durch das kalte Klima verursacht sein kann, dass unter den aufgezählten Arten, und zwar unter jenen, die zum Formenkreis *Falco /Hyerofalco/* gehören, der Gerfalk die relativ kürzeste Zehen und Gliedmassen besitzt, während die des Lanners am längsten sind.

Az európai nagytermetű sólymok alkati felépítésének oszteometrikus összehasonlítása és ennek funkcionális vonatkozásai

A szerző vizsgálatait az előző publikációinak /SOLTI, 1980, 1981a, 1981b/ méretadatai alapján végezte, melyekben 7 vadászsólyom /*Falco rusticolus* L./, 8 kerecsen /*Falco cherrug* GRAY/, 6 lanner /*Falco biarmicus* TEMM./ és 9 vándorsólyom /*Falco peregrinus* TUNST./ rész- ill. teljes csontvázát dolgozta fel.

Jelen vizsgálataink eredményeként megállapítja, hogy a fenti sólymfajok alkati felépítés szempontjából különbözőek. A legjobban elüt a többi fajtól a vándorsólyom, mely nagy testtömegű és viszonylag rövid szárny- és láb-csontozatu madár. Feltűnő, hogy ezekben a jellegekben nagyon hasonlít hozzá a *Falco /Hyerofalco/* alakkörhöz tartozó vadászsólyom, holott az ide tartozó többi faj, mint a kerecsen, a lanner és a *Falco jugger* már viszonylag kisebb testű, hosszabb szárny- és láb-csontozatu fajok. Kisebb különbségek azonban még ez utóbbiaknál is találhatóak, így a lannernek különösen a lába hosszu, a kerecsennek pedig a lába és a szárnya egyaránt. Így ez utóbbi adja a legnyulánkabb formát a vizsgált fajok között.

A törzsön belül a sternum viszonylagosan a vándorsólyomnál a leghosszabb, a kerecsennél pedig a legrövidebb.

A szárny-csontok esetében az egyes elemek között a vándorsólyomnál találta a legkisebb hosszúságkülönbségeket, azaz ennek a fajnak viszonylag hosszú humerus-a, rövid ulna-ja és hosszú kéz-csontozata van. A vadászsólyomnak a humerus-a hosszú, ugyanakkor a kéz-csontozata rövid. A kerecsen és a lanner ilyen tekintetben nagyjából egyforma a *Falco jugger*-nél viszont relative rövid humerus-t, hosszú ulna-t és rövid kéz-csontozatot találunk.

A láb csontjainak vizsgálata azt mutatta, hogy a vándorsólyom tibiotalarsus-a viszonylag hosszú. A vadászsólyomnál ez rövidebb, ugyanakkor femur-ja hosszabb. A lannernél és a *Falco jugger*-nél a femur rövidebb, a tarsometatarsus viszont hosszabb, mint a többi vizsgált fajnál.

A lábujjak hosszúságát vizsgálva megállapítja, hogy a leghosszabb ujjai a vándorsólyomnak vannak, továbbá, hogy ennek a 3. és 4. ujjja még a többi ujjához viszonyítva is hosszabb, mint más fajoknál. A lannernek és a *Falco jugger*-nek különösen a 3. ujjja hosszú. A vadászsólyomnak van viszonylag a legrövidebb 3. és 4. ujjja, ugyanakkor az 1. és a 2. átlagos, így az ujjak hosszúsága ennél a fajnál a legegyszerűsebb.

Az ivari dimorfizmus terén egy-egy fajnál a hímek és a tojók csontjainak százalékos nagyságkülönbsége erősen változó, ami azt mutatja, hogy kis mértékben a nemek is különböző alkati felépítésűek. A legnagyobb ivari dimorfizmus a vándorsólyomnál található, átlagosan 12-13 %, a vadászsólyomnál és a kerecsennél ez az érték 9-10 % között mozog, míg a lannernél a legkisebb, 5 % körüli.

A csontváz-felépítés igen szoros funkcionális összefüggéseket mutat az egyes fajoknál. A vándorsólyom csontváza felel meg a legnagyobb izomzatnak, és így a legnagyobb fizikai igénybevételnek. Ez egyben repülésének sebességét és módját, valamint vadászatának módját is meghatározza. Vadászatkor ugyanis a legnagyobb sebességgel a vándorsólyom repül, szárnycsapásai kemények. A kerecsennek a csontváza alapján kisebb szárnyizomzata van, ez indokolja kisebb repülési sebességét és un. lágyabb repüléstechnikáját. A vadászsólyom és a lanner ezekben a jellegekben a vándorsólyom és a kerecsen közé helyezhető.

Mindezek alapján a madárzsákmányolás iránti specializáció tekintetében a vándorsólyom mutatja a legszélsőségesebb formát, ezután következik a lanner, majd a vadászsólyom, melynek az irodalom szerinti nagy százaléku madárzsákmányát gyengébben repülő fajok képezik /pl. höfajdok/. A legkevésbé specializálódott formát a kerecsen mutatja, melynek táplálékában is a legnagyobb százalékban szerepelnek a kisemlősök.

LITERATUR

- BAUMGART, W. /1978/: Der Sakerfalke. - in Die Neue Brehm-Bücherei, Wittenberg Lutherschtadt, p. 159.
- BÄHRMANN, U. /1974/: Vergleichende osteometrische Untersuchungen an Rumpfskeletteilen und Extremitäten von einigen Tagraubvögeln aus den Familien Accipitridae, Pandionidae und Falconidae.-Zool. Abh. st. Mus. Tierk., Dresden 33 /3/: 33-62.
- DEMENTIEW, G. P. /1946/: Remarques sur la morphologie fonctionnelle des faucons. -Bull.Soc. Nat. Moscou, Sect. Biol. N. S. 51: 51-60.
- DEMENTIEW, G. P. & Iljitschew, V. D. /1961/: Bemerkungen über die morphologie der Wüsten-Wanderfalken.-Falke 8: 147-154.
- ENGELMANN, F. /1928/: Die Raubvögel Europas.- Neudamm, pp.330-508.
- FISCHER, W. /1967/: Der Wanderfalk.- in Die Neue Brehm-Bücherei, Wittenberg Lutherstadt, p. 150.
- GLUTZ von BLOTZHEIM URS. N. /1971/: Handbuch der Vögel Mitteleuropas Bd. 4. Falconiformes.- Frankfurt am Main.
- KATTINGER, E. /1929/: Sexual-Subspecies-Unterschiede im Skelettbau der Vögel.- J. Orn. 77: 41-149.
- MEBS, Th. /1959/: Beitrag zur Biologie des Feldeggfalken.-Vogelwelt 80: 142-149.
- SOLTI, B. /1980/: Beiträge zur Kenntnis der Osteologie des Gerfalken /Falco rusticolus Linnaeus, 1758/.-Fol. Hist.-nat. Mus. Matr. 6: 189-204.
- SOLTI, B. /1981 a/: Vergleichend-osteologische Untersuchungen am Skelettsystem der Falkenarten Falco cherrug Gray und Falco peregrinus Tunstall.-Vert.Hung. 20: 75-125.
- SOLTI, B. /1981 b/: Osteologische Untersuchungen an Falco biarmicus Temminck, 1825.- Fol. Hist.-nat. Mus. Matr. 7: 135-151.
- SUSHKIN, P. P. /1905/: Beiträge zur Morphologie der normalen Tagraubvögel und die Fragen der Klassifikation.-Nouv.Mém.Soc. Imp. Nat., Moscou, p. 247.

Dr.SOLTI, Béla
Mátra Múzeum
H-3200 GYÖNGYÖS
Kossuth ut 40.