

Untersuchungen über die Ernährungsbiologie des Kormorans (*Phalacrocorax carbo sinensis*) sowie deren Wirkung auf den trophischen Zustand des Wassers des Kisbálaton. I.

Von

G. GERE und S. ANDRIKOVICS*

Abstract. The present contribution gives details on the quantity of food consumption and fecal + urine production measured for one week in four large cormorant (*Phalacrocorax carbo sinensis*) nestling, yet unable to fly. The birds were fed with small bream (*Abramis brama*) and with some ablen (*Alburnus alburnus*). Under laboratory conditions the fishes were given 3–4 times a day and the young birds were allowed to consume as much as they could. The fishes were administered by hand.

The daily food consumption of each bird in live mass fluctuated between 442 and 1495 g, which quantity is 36.6–119.9% of the live body mass of one bird. The food consumption of the growing birds significantly decreased with relation to their body mass, so much so that the same compared to the growth of their body surface also showed the same decrease. The dry matter content of the produced feces and urine compared to the consumed food was between 9.3 and 33.5%, and it seems that with growing age this ratio indicates a growing tendency.

According to the ratio of food/discharge the cormorants incorporate the great majority of their food. This is why, especially with the slowing up of their growth the enrichment of nitrogen and other matter of guano effect must take place, which might have decisive effects on the trophic conditions of the environment (water).

Vögel besitzen im allgemeinen eine wichtige Rolle im Stoff- und Energieumsatz der Lebensgemeinschaften (LASIEWSKI und DAWSON, 1967; KENDEIGH, 1970; DOLNIK, 1974; PINOWSKI und MYRCHA, 1977; GERE, 1983; usw.). Aus diesem Gesichtspunkte muss nicht nur ihre Anwesenheit in den meisten Lebensgemeinschaften berücksichtigt werden, sondern vor allem die extreme Eigenart ihres Stoffwechsels. Sie werden vor allem dadurch charakterisiert, dass sie, um ihren überaus hohen Energiebedarf decken zu können, eine grosse Menge von Futter verzehren müssen. Infolge der lebhaften Oxydationsvorgänge, die sich in ihrem Organismus abspielen, sind die von ihnen ausgeschiedenen Stoffwechselprodukte an stickstoffhaltigen sowie anderen Rückständen der biologischen Oxydation besonders reich. Diese Stoffe zeichnen sich vor allem durch eine "Düngwirkung" aus, und fördern die Entwicklung der Pflanzen (GERE, 1983).

* Dr. Géza Gere und Dr. Sándor Andrikovics, ELTE Állattrendszertani és Ökológiai Tanszék (Lehrstuhl für Tiersystematik und Ökologie der Eötvös-Loránd-Universität), 1083 Budapest, Puskin-u. 3.

Die Kormorane (d.h. die Arten der Gattung *Phalacrocorax*) stellen charakteristische Glieder sowohl der Süßwasser- als auch der maritimen Vogelgesellschaften dar. Ihre Bedeutung wird durch die kosmopolitische Verbreitung der Gattung sowie die überaus grosse Menge der von ihnen verzehrten Fische weiter erhöht. Sie sind hinsichtlich ihrer Nahrung von weitem nicht wählerisch, da sie nur von der Menge der erreichbaren Beute abhängt (PILON und MITARBEITER, 1983). Man gewinnt weiterhin den Eindruck, dass sie eine ausgezeichnete Anpassungsfähigkeit an die veränderlichen Bedingungen ihrer Umwelt besitzen. Dies hat zur Folge, dass z.B. die Individuenzahl der im Ungarn beheimateten Kormoran-Populationen — im Gegensatz zu vielen anderen Vogelarten — keine sinkende, sondern eine deutlich steigende Tendenz zeigt.

Offensichtlich lässt es sich mit den gesagten erklären, dass Literaturangaben über die Kormorane so zahlreich sind. Auch in stoffwechselphysiologischer Hinsicht beschäftigt sich eine ganze Reihe von Aufsätzen mit diesen Vögeln (VAN DOBBEN, 1952; DU PLESSIS, 1957; SNOW, 1960; DUNN, 1976; WILLIAMS und COOPER, 1983; BARLOW und BOCK, 1984; JACKSON, 1984; usw.). Ein Teil dieser Arbeiten beschreibt die Eigentümlichkeiten ihren Futterverzehr und Wachstums (VAN DOBBEN, 1952; DU PLESSIS, 1957). Der grossen Bedeutung dieses Problems gemäss haben auch wir selbst Beobachtungen an einigen Exemplaren von *Phalacrocorax carbo sinensis* durchgeführt. Wir hielten unsere Versuche auch deshalb für notwendig, da die erwähnten Arbeiten eine Untersuchung der ausgeschiedenen Stoffwechselprodukte der Vögel, d.h. Kot + Harnsubstanzen, fortgelassen hatten, obwohl die Bedeutung dieser Endprodukte aus dem Gesichtspunkte der Produktionsbiologie keinesfalls niedriger ist als das Verzehren von Fischen. Die ins Wasser gelangten ausgeschiedenen Endprodukte — wie es schon erwähnt wurde — üben eine eutrophisierende Wirkung aus: falls aber der Vogel, der seine Nahrung aus dem Wasser holt, den grösseren Teil seines Kotes über dem Land entleert, so kann er Vorgänge von entgegengesetzter Richtung im Wasser hervorrufen.

Wir betrachten vorliegende Mitteilung als eine Einleitung zu einer späteren eingehenderen Bearbeitung dieses Problemkreises.

Methode

Am 27. Mai 1985 wurden 4 fast vollkommen ausgewachsene, aber noch nicht flugfähige junge Kormorane aus der Brutkolonie am Kisbalaton (West-Ungarn) eingefangen. Die Vögel wurden einzeln in Käfigen von einer Grundfläche von 50 × 50 cm untergebracht. Die Käfige waren mit einem dichten Kunststoffnetz bedeckt. Der Boden der im Laboratorium untergebrachten Käfige bestand aus einem Netz von 2 cm Lochweite. Unter jeden Käfig wurde eine Kunststoffplatte gestellt, und zwar 3 cm von ihm entfernt, um den Kot und die ausgeschiedenen Endprodukte aufzufangen. Nach einer 24-stündigen Einwöhnung wurde mit dem 7 Tage lang dauernden Fütterungsversuch begonnen.

Während des Versuches wurde das Lebendgewicht der Vögel sowie ihr Futterverbrauch und die Menge des ausgeschiedenen Kotes + Harnes sorgfältig bestimmt. Gefüttert wurde mit kleinen Bleien (*Abramis brama*), aber zum Teil auch mit Ukelei (*Alburnus alburnus*). Die Tiere wurden täglich 3 — 4 mal, von Frühmorgen bis Eindunkelung gefüttert, und zwar aus der Hand. Das Futter wurde

hinsichtlich seiner Menge jeweils dem Verlangen der Vögel entsprechend dargeboten. Sie wurden immer dann gefüttert, wenn sie das Futter schon verlangt hatten, und erhielten immer nur so viel daraus, was sie ohne jeglichen Zwang verschlungen hatten.

Im Laufe der Fütterungsversuche verhielten sich die jungen Kormorane ausgesprochen ruhig, zu einer Regurgitation des Futters kam nie.

Um den Trockensubstanzgehalt des verzehrten Futters genau zu registrieren, wurden Portione von Fischen, die mit den dargebotenen identisch waren, sowohl im frischen Zustand als auch nach einem Eintrocknen auf 104 °C bis zur Gewichtskonstanz pünktlich abgewogen. Das Gemisch Kot+Harn, das unter dem Käfig auf der Platte aufgefangen wurde, haben wir nach Eintrocknen auf Zimmertemperatur abgewogen, aber auch dessen Menge wurde auf absoluten Trockenzustand bezogen angegeben.

Aufgezeichnet wurde jeden Tag die Durchschnittstemperatur des Laboratoriums. Die Temperaturverhältnisse gestalteten sich folgendermassen:

Datum	Temperatur (°C)
29. V.	22,8
30. V.	22,0
31. V.	21,5
1. VI.	20,6
2. VI.	19,8
3. VI.	20,3
4. VI.	21,0

Ergebnisse und deren Bewertung

In Abb. 1 werden die sich im Lebendgewicht der in den Versuchen angewandten 4 Vögel vollzogenen Umwandlungen gezeigt. Am Anfang der Versuche haben wir das Lebensalter der Vögel auf 15 – 20 Tage geschätzt. Aus der Abbildung geht hervor, dass das Wachstum unserer Tiere den allgemein bekannten Regeln des Wachstums der Vögel entspricht. Die Geschwindigkeit ihrer Körpergewicht-Zunahme war jedoch rascher als jene, die DU PLESSIS (1957) in gleicher Phase der Entwicklung seiner Versuchsvögel gefunden hatte. Aus dem Ablauf der Wachstumskurve kann man den Rückschluss ziehen, dass unsere Vögel schon ziemlich nahe jener Entwicklungsphase gewesen waren, in welcher sie ihr maximales Körpergewicht erreicht hätten.

Die wichtigsten Ergebnisse unserer Fütterungsversuche sind in den Tabellen 1–4 enthalten. Aus den mitgeteilten Angaben geht hervor, dass unsere Vögel eine bedeutend grössere Menge an Fischen verzehrt hatten als das man aufgrund der Literaturangaben erwartet hätte. Nach VAN DOBBEN (1952) verzehren ausgewachsene junge Kormorane im Durchschnitt täglich 400 g Fisch, d.h. eine Menge, die etwas 20% ihres Körpergewichtes entspricht. DU PLESSIS (1957) fand dagegen den täglichen Futtermittelverzehr der verhältnismässig entwickelten, jedoch noch sich im Wachsen begriffenen Jungvögel durchschnittlich 39% des Körpergewichtes. Am Anfange unserer Versuche war der Futterverbrauch bedeutend lebhafter und nur gegen Ende des Versuches sank es auf dieses Niveau (in Prozenten ausgedrückt). Dies beweist, dass ein junger Kormoran unter optimalen Bedingungen überaus grosse Mengen von Futter (Fischen) verzehren imstande ist, und wenn Futter reichlich da ist, nimmt ihr Körpergewicht rasch zu.

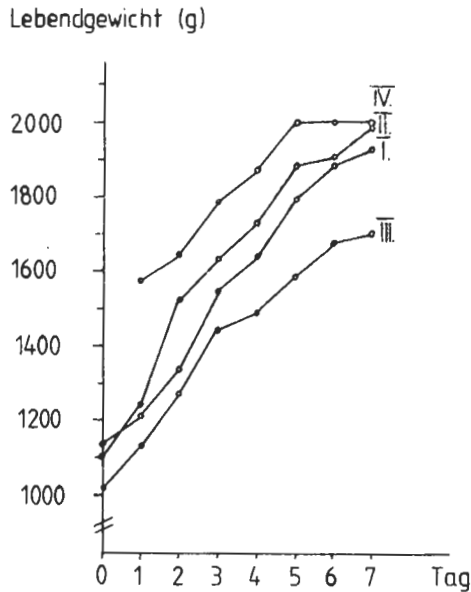


Abb. 1. Wachstum der jungen Kormorane während des Versuches

Es muss jedoch angenommen werden, dass unter natürlichen Bedingungen Nestlinge von ihren Eltern Nahrung meistens in kleineren Menge erhalten, und dementsprechend ist auch die Geschwindigkeit ihres Wachstums niedriger. Die Intensität der Fütterung kann aber in den verschiedenen Jahren – den Bedingungen der Umwelt entsprechend – zwischen weiten Grenzen schwanken (VAN DOBLEN, 1952).

Es lässt sich mit aller Klarheit feststellen, dass der Futterverzehr von wachsenden Jungvögeln – wie dies sowohl aus dem Frischgewicht des Futters (C) als auch dem absoluten Trockensubstanzgehalt desselben (C_s) zu entnehmen ist – auf das aktuelle Lebendgewicht (G) der Vögel bezogen allmählich und deutlich abnimmt. (Am ersten Tag des Fütterungsversuches haben die Vögel etwas weniger von dem ihnen dargebotenen Futter verzehrt, was mit einer sich trotz der Einwöhnung bemerkbar machenden Stresswirkung deuten lässt.)

Da die Menge des verzehrten Futters bei den Individuen verschiedener Körpergröße derselben Art im Falle von vielen Tierarten nicht vom Körpergewicht, sondern von der Körperoberfläche des Tieres abhängig ist, haben wir auch die sich in der Körperoberfläche der Jungvögel vollziehenden Umwandlungen verfolgt. Dies entsprach im grossen und ganzen der $2/3$ Potenz des Körpergewichtes. In den Tabellen sind auch die Quotienten von dem absoluten Körpergewicht der täglich verbrauchten Fische und der Körperoberfläche angegeben. Aus den Tabellen ist zu entnehmen, dass der tägliche Futterverbrauch auch im Verhältnis zu der Körperoberfläche eine sinkende Tendenz zeigt.

Der relative Nährstoffbedarf der wachsenden Jungvögel nimmt also während der Entwicklung deutlich und auffallend rasch ab. Es ist anzunehmen, dass diese Eigentümlichkeit bei den Vögeln weitverbreitet ist, da dieselbe Erschei-

nung auch bei den Jungvögeln der von den Kormoranen weitstehenden Art, *Lonchura striata* (Passeres, Estrildidae) beobachtet werden konnte (GERE, 1983). Die Erscheinung in sich selbst darf jedoch nicht damit erklärt werden, dass die fast ausgewachsenen Vögel schon niedrigere Futtermengen brauchen, eher damit, dass die jungen Nestlinge überaus grosse Futtermengen verzehren. Es ist anzunehmen, dass nach dem Verlassen des Nestes sich der Nährstoffbedarf des Vogels erhöht, denn das Tier braucht auch den zum Fliegen nötigen Energieaufwand decken.

Der für die obenerwähnten *Lonchura*-Jungvögel berechnete Quotient von $\frac{C_s \times 100}{G}$ beträgt den Wert von 19,1 und zwar zu dem Zeitpunkt als sie in der

Phase ihrer Entwicklung traten, die mit jener unserer Kormorane gleichzusetzen war, obwohl sie mit Hirse und gekochtem Eier gefüttert worden waren. Nachdem sie aus dem Nest herausgeflogen waren, sank der Wert des Quotienten – vor allem deshalb, weil sie sich in einem engen Raum gehalten wenig bewegten – auf 16,8. In Falle von adulten, mit Hirse gefütterten Feldsperlingen (*Passer montanus*) war die auf ähnlicher Weise berechnete Intensität des Futterverbrauches 17,8%. Bei adulten Amseln – falls sie mit magerem Rindfleisch gefüttert wurden – erhielten wir den Wert 10,7% (GERE, 1980–81).

Der verhältnismässig lebhaftere Futterverbrauch der samenfressenden Vögel lässt sich vielleicht mit der abweichenden Futterqualität deuten. Es scheint jedoch als erwähnenswert, dass ein Amsel, der bedeutend kleinere Körpermasse besitzt als ein Kormoran, verhältnismässig die gleiche Menge von Futter verzehrt als ein ausgewachsener junger Kormoran, da die entsprechenden Werte auch bei ihnen dem 10 näherten. Am letzten Tage des Versuches betrug die auf dieser Weise berechnete Intensität des Futterverbrauches im Durchschnitt 11,6.

Der Trockensubstanzgehalt des von den Jungvögeln ausgeschiedenen Kot + Harn gemischeschwankte – im Verhältnis zum Trockensubstanzgehalt der aufgenommenen Nahrung – zwischen 9,3–33,5% und es scheint als zeige er eine sich erhöhende Tendenz mit fortschreitendem Lebensalter. Um die endgültige Richtung der Veränderung festlegen zu können, erscheinen uns weitere Beobachtungen als notwendig, da der Stoffwechsel der jungen *Lonchura*-Exemplare auch in dieser Hinsicht eine Veränderung von entgegengesetzter Tendenz zeigte (GERE, 1983).

Aus der Grösse des Quotienten C/FU geht auf jeden Fall hervor, dass die Kormorane den überwiegenden Teil ihres Futters verwerten und es unterliegt keinem Zweifel, dass – parallel mit der Verlangsamung des Wachstums – die Verwertung der Nährstoffe in erster Reihe auf die Deckung des Energiebedarfes gerichtet wird. Demzufolge müssen sich in ihrem Kot die stickstoffhaltigen und anderen, aber ebenfalls eine Düngwirkung besitzenden Substanzen anreichern. In Anbetracht dessen, dass das Fleisch der Fische – also die Nahrung dieser Vögel – schon in sich selbst besonders reich an Stoffen mit solcher Wirkung ist, sehen wir unsere Annahme als bestätigt: das Kot + Harn gemisch der Kormorane muss unbedingt eine fördernde Wirkung auf die pflanzliche Produktion haben. Eben deshalb kann die Wasserqualität in der Nähe von Kormorankolonien, und zwar in engstem Zusammenhang mit den trophischen Bedingungen, weitgehenden Veränderungen unterliegen. Dieses Problem möchten wir in einem späteren Aufsatz noch eingehender erörtern.

Tabelle 1. Angaben über den Stoffwechsel des jungen Kormorans No. 1

Tag	Frischgewicht	Abs. Trocken- gewicht der als Futter verzeharten Fische (g)	Lebend- gewicht des Vogels (g)	Gewichts- zunahme (g)	Gewichts- zunahme (%)	Gesamt- gewicht des Kotes und Harnes (g)	$\frac{C \times 100}{G}$	$\frac{C_s \times 100}{G}$	$\frac{FU \times 100}{C_s}$	$\frac{C_s}{3 \sqrt{G^2}}$
1.	826,75	251,29	1146,31	72,79	6,4	32,30	72,1	22,0	12,9	2,3
2.	984,50	299,24	1219,10	121,15	10,0	35,39	80,8	24,5	11,9	2,6
3.	1066,36	324,12	1340,25	210,21	15,7	53,96	79,6	24,2	16,6	2,6
4.	939,19	285,46	1550,46	92,14	5,4	54,86	60,6	18,4	19,2	2,1
5.	1071,08	325,55	1642,60	153,29	9,3	108,90	65,2	19,8	33,5	2,4
6.	922,57	280,41	1795,89	88,14	4,9	81,66	51,4	15,6	29,1	1,9
7.	755,08	229,50	1884,03	49,52	2,9	68,95	40,1	12,2	30,0	1,5
8.			1938,55							

Tabelle 2. Angaben über den Stoffwechsel des jungen Kormorans No. II

Tag	Frischgewicht	Abs. Trocken- gewicht	Lebend- gewicht des Vogels (g)	Gewichts- zunahme (g)	Gewichts- zunahme (%)	Gesamt- gewicht des Kotes und Harnes (g)	$\frac{C \times 100}{G}$	$\frac{C_s \times 100}{G}$	$\frac{FU \times 100}{C_s}$	$\frac{C_s}{\sqrt{G^2}}$
	der als Futtermittel verzehrten Fische (g)									
1.	807,08	245,49	1114,27	133,81	12,0	23,86	72,5	22,0	9,7	2,2
2.	1495,89	454,67	1248,08	277,04	22,2	42,40	119,9	36,4	9,3	3,9
3.	1167,12	354,74	1525,12	114,34	7,5	54,41	76,5	23,3	15,3	2,6
4.	1220,35	370,92	1639,46	94,13	5,7	86,64	74,4	22,6	23,4	2,6
5.	1058,69	321,79	1733,59	153,31	8,8	61,72	61,1	18,6	19,2	2,2
6.	957,73	291,10	1886,90	22,98	1,2	74,49	50,8	15,4	25,6	1,9
7.	761,87	231,57	1909,88	85,22	4,5	68,04	39,9	12,1	29,4	1,5
8.			1995,10							

Tabelle 3. Angaben über den Stoffwechsel des jungen Kormorans No. III

Tag	Frischgewicht	Abs. Trocken- gewicht	Lebend- gewicht des Vogels (g)	Gewichts- zunahme (g)	Gewichts- zunahme (%)	Gesamt- gewicht des Kotes und Harnes (g)	$\frac{C \times 100}{G}$	$\frac{C_s \times 100}{G}$	$\frac{FU \times 100}{C_s}$	$\frac{C_s}{\sqrt[3]{G^2}}$
	der als Futter verzehreten Fische (g)									
1.	442,89	134,61	1025,76	109,21	10,6	15,73	43,2	13,1	11,7	1,3
2.	849,84	258,31	1134,97	136,09	12,0	40,64	74,9	22,8	15,7	2,3
3.	720,14	218,88	1271,06	173,46	13,6	42,40	56,7	17,2	19,4	1,8
4.	822,28	249,93	1444,52	41,1	2,8	58,77	56,9	17,3	23,5	1,9
5.	806,89	245,25	1485,62	95,42	6,4	87,10	54,3	16,5	35,5	1,8
6.	736,61	223,89	1581,04	92,84	5,9	39,66	46,6	14,2	17,7	1,6
7.	613,58	186,49	1673,88	31,12	1,9	50,99	36,7	11,1	27,3	1,3
8.			1705,00							

Tabelle 4. Angaben über den Stoffwechsel des jungen Kormorans No. IV.]

Tag	Frischgewicht	Abs. Trocken- gewicht	Lebend- gewicht des Vogels (g)	Gewichts- zunahme (g)	Gewichts- zunahme (%)	Gesamt- gewicht des Kotes und Harnes (g)	$\frac{C \times 100}{G}$	$\frac{C_s \times 100}{G}$	$\frac{FU \times 100}{C_s}$	$\frac{C_s}{\sqrt[3]{G^2}}$
	der als Futter verzehreten Fische (g)									
1.	1005,58	305,64	1577,88	66,6	4,2	37,44	63,7	19,4	12,2	2,2
2.	1010,60	307,17	1644,48	140,94	8,6	63,77	61,5	18,7	20,8	2,2
3.	989,14	300,65	1785,42	84,21	4,7	89,34	55,4	16,8	29,8	2,0
4.	982,79	298,72	1869,63	155,11	8,3	89,42	52,6	16,0	29,9	1,9
5.	981,06	298,19	2024,74	41,05	2,3	71,04	48,5	14,7	23,8	1,8
6.	756,91	230,06	2065,79	-14,9	- 0,7	46,39	36,6	11,1	20,2	1,4
7.			2050,89							

SCHRIFTTUM

1. BARLOW, C. G. & BOCK, K. (1984): Predation of fish in Farm Dams by cormorants, *Phalacrocorax* spp. — *Aust. Wildl. Res.*, 11: 559–566.
2. DOBBEN, VAN, W. H. (1952): The food of the cormorant in the Netherlands. — *Ardea*, 40: 1–63.
3. DOLNIK, V. R. (1974): The energy requirements for existence and for migration, molt and breeding in chaffinches, *Fringilla coelebs* L. — *Internat. Stud. Sparrows*, 7: 11–20.
4. DUNN, ERICA H. (1976): Development of endothermy and existence energy expenditure of nestling double-crested cormorants. — *The Condor*, 78: 350–356.
5. DU PLESSIS, S. S. (1957): Growth and daily food intake of the white-breasted cormorant in captivity. — *The Ostrich*, 57: 197–201.
6. GERE, G. (1980–81): Investigation on productivity of the blackbird (*Turdus merula* L.). — *Ann. Univ. Sci. Budapest*, 22–23: 175–185.
7. GERE, G. (1983): The role of birds in matter and energy flow of the ecosystems. — *Pusztá*, 1/10: 37–54.
8. JACKSON, S. (1984): Predation by pied kingfishers and whitebreasted cormorants on fish in the Kosi estuary system. — *Ostrich*, 55: 113–132.
9. KENDIGH, S. C. (1970): Energy requirements for existence in relation to size of bird. — *Condor*, 72: 60–65.
10. LASIEWSKI, R. C. & DAWSON, W. R. (1967): A re-examination of the relation between standard metabolic rate and body weight in birds. — *Condor*, 69: 13–23.
11. PILON, Ch., BUTON, J. & McNEILL, R. (1983): Summer food of the great and double-crested cormorants on the Magdalen Islands, Quebec. — *Canad. Journ. Zool.*, 61: 2733–2739.
12. PINOWSKI, J. & MYRCHA, M. (1977): Biomass and production rates. — In: Pinowski, J. & Kendigh, S. C.: Reprinted granivorous birds in ecosystems. (IBP. Vol. 12.). Cambridge: 107–126.
13. SNOW, B. K. (1960): The breeding biology of the shag *Phalacrocorax aristotelis* on the Island of Lundy, Bristol Chanel. — *Ibis*, 102: 554–575.
14. WILLIAMS, A. J. & COOPER, J. (1983): The crowned cormorant: breeding biology, diet and offspring-reduction strategy. — *Ostrich*, 54: 213–219.