

Zeitschrift:	Schweizerische Lehrerzeitung
Herausgeber:	Schweizerischer Lehrerverein
Band:	80 (1935)
Heft:	37
Anhang:	Erfahrungen im naturwissenschaftlichen Unterricht : Mitteilungen der Vereinigung Schweizerischer Naturwissenschaftslehrer : Beilage zur Schweizerischen Lehrerzeitung, September 1935, Nummer 5 = Expériences acquises dans l'enseignement des sciences naturelles
Autor:	Schüepp, H. / Noll, H. / Blumer, Didi

Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften auf E-Periodica. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Zeitschriften und ist nicht verantwortlich für deren Inhalte. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern beziehungsweise den externen Rechteinhabern. Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen sowie auf Social Media-Kanälen oder Webseiten ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. [Mehr erfahren](#)

Conditions d'utilisation

L'ETH Library est le fournisseur des revues numérisées. Elle ne détient aucun droit d'auteur sur les revues et n'est pas responsable de leur contenu. En règle générale, les droits sont détenus par les éditeurs ou les détenteurs de droits externes. La reproduction d'images dans des publications imprimées ou en ligne ainsi que sur des canaux de médias sociaux ou des sites web n'est autorisée qu'avec l'accord préalable des détenteurs des droits. [En savoir plus](#)

Terms of use

The ETH Library is the provider of the digitised journals. It does not own any copyrights to the journals and is not responsible for their content. The rights usually lie with the publishers or the external rights holders. Publishing images in print and online publications, as well as on social media channels or websites, is only permitted with the prior consent of the rights holders. [Find out more](#)

Download PDF: 16.02.2026

ETH-Bibliothek Zürich, E-Periodica, <https://www.e-periodica.ch>

ERFAHRUNGEN IM NATURWISSENSCHAFTLICHEN UNTERRICHT

Expériences acquises dans l'enseignement des sciences naturelles

MITTEILUNGEN DER VEREINIGUNG SCHWEIZERISCHER NATURWISSENSCHAFTSLEHRER
BEILAGE ZUR SCHWEIZERISCHEN LEHRERZEITUNG

SEPTEMBER 1935

20. JAHRGANG • NUMMER 5

Katapultstart der Flugzeuge

Von H. Schüepp, Kantonsschule, Zürich.

In einem Artikel «Die Traversierung des Südatlantik» («Neue Zürcher Zeitung», Nr. 277 vom 17. Febr. 1935) beschreibt Walter Mittelholzer in ausserordentlich anschaulicher Form den Katapultstart der Dornier-Wal-Flugboote der deutschen Südamerikalinie. Die Betrachtung der Bewegung der Flugzeuge auf der Gleitbahn des Katapults liefert ein interessantes Beispiel zur Belebung der Behandlung der gleichförmig beschleunigten Bewegung und der Einheiten des technischen Maßsystems. Ich verdanke Herrn Direktor Mittelholzer ergänzende Angaben und stelle im folgenden eine Reihe von Zahlen zum Gebrauch für die Kollegen zusammen; alles weitere ist in der lebendigen Schilderung des angeführten Artikels zu finden.

Wir setzen voraus, dass beim Start die Zugkraft am Flugzeug konstant, die Bewegung also gleichförmig beschleunigt sei. Dieser Fall ist jedenfalls anzustreben, da er bei vorgeschriebener Endgeschwindigkeit zu den kleinsten Beschleunigungswerten und damit zu der kleinsten Beanspruchung von Material und Besatzung führt. In Wirklichkeit wird dieser Idealfall allerdings nur näherungsweise verwirklicht sein. Es soll mit technischen Einheiten gerechnet werden. Als Ausgangszahlen wählen wir die beiden genau bekannten Werte:

Gewicht des Flugbootes = 10 000 kg,
Länge der Startstrecke $s = 31 \text{ m}$;

ferner:

Geschwindigkeit am Ende des Startes .

$$v = 150 \frac{\text{km}}{\text{h}} = \frac{125}{3} \frac{\text{m}}{\text{sec}}$$

Mit den beiden Grundgleichungen der gleichförmig beschleunigten Bewegung

$$31 = \frac{b}{2} \cdot t^2 \quad \frac{125}{3} = b \cdot t$$

folgt daraus:

$$\text{Startzeit } t = 1,488 \text{ sec.}$$

$$\text{Beschleunigung } b = 28,00 \frac{\text{m}}{\text{sec}^2} = 2,86 \times \text{Fall-}$$

beschleunigung.

Es ist ferner für das Flugboot

$$\text{Masse } m = \frac{10\,000}{9,806} \text{ technische Einheiten.}$$

$$\text{Kinetische Energie am Ende des Startes} = \frac{m v^2}{2} =$$

885 200 m kg = Arbeit der Zugkräfte beim Start.

Für die Zugkraft, die konstante im Falle der gleichförmig beschleunigten Bewegung, die mittlere bei un-

gleichförmig beschleunigter Bewegung, ergibt sich

$$\text{Zugkraft } Z = m \cdot b = \frac{m v^2}{2s} = 28\,560 \text{ kg.}$$

Ferner wird:

Mittlere Leistung der Zugkraft

$$= \frac{885\,200}{1,488} = 594\,900 \frac{\text{m kg}}{\text{sec}}$$

$$= \frac{594\,900}{75} = 7\,932 \text{ Pferdekräfte.}$$

Da die Geschwindigkeit von 0 bis zum Maximalwert v gleichförmig wächst, nimmt auch die Leistung von 0 bis zum Maximalwert am Ende des Startes gleichförmig zu. Es wird

$$\text{Maximalwert der Leistung} = v \cdot Z = 1\,190\,000 \frac{\text{m kg}}{\text{sec}} \\ = 15\,864 \text{ Pferdestärken} \\ = 2 \times \text{mittlere Leistung.}$$

Die Zugkraft ist Resultierende aus dem Zug der Seile des Katapults, der Zugkraft der Propeller und des Luftwiderstandes. Entsprechend setzt sich die Leistung aus drei Komponenten zusammen. Da wir den Luftwiderstand und den Wirkungsgrad der Propeller nicht kennen und von der Motorleistung 1400 P. S. nicht auf den Propellerzug schliessen können, ist eine genaue Aufteilung unserer Zahlen auf die Komponenten nicht möglich. Es wird aber der Antrieb der Propeller den Luftwiderstand bei den anfangs noch kleinen Geschwindigkeiten des Flugzeuges wesentlich übertreffen und wir können daraus schliessen, dass die mittlere Leistung des Antriebs des Katapults von der Grössenordnung 7000 P. S., der Seilzug von der Grössenordnung 25 t sein wird. Trotz der grossen Leistung braucht die Antriebsmaschine nicht übertrieben gross zu sein, da dieselbe nur für $1\frac{1}{2}$ Sekunden, also einigermassen «explosionsartig» wirksam wird. Das Aufladen der Pressluftbehälter dieses Antriebes kann mit beliebig kleiner Leistung erfolgen, da dafür beliebig viel Zeit zur Verfügung steht. Es bietet sich hier Gelegenheit zur Klärung der Begriffe Arbeit und Leistung, deren Unterscheidung dem Schüler bekanntlich anfangs Schwierigkeiten macht.

Die Wirkungen der grossen Beschleunigung auf Material und Besatzung des Flugzeuges macht man sich am einfachsten klar durch Vergleich mit dem freien Fall. Für den beschleunigten Körper als Ganzes und auch für jeden einzelnen seiner Teile muss eine resultierende Kraft in der Fahrtrichtung gleich dem dreifachen Gewicht wirken; die Wirkungslinie dieser Kraft muss, da es sich um eine Parallelverschiebung handelt, durch den Schwerpunkt des Körpers bzw. Körperteiles gehen. Ein charakteristischer Unterschied zwischen den beiden Bewegungen besteht darin, dass beim freien

Fall die äusseren Kräfte, die Schwerkräfte, an allen Teilen der Körper angreifen, so dass keinerlei Kraftübertragung von einem Teil auf den andern erforderlich ist. Im Gegensatz dazu wirken die äussern Kräfte beim Katapultstart nur an einzelnen Stellen der beschleunigten Körper, bei den Personen zum Beispiel an den Rücklehnern der Sitze, und die übrigen Teile werden durch Kraftübertragung, durch die auftretenden innern Kräfte, bei der Bewegung mitgenommen. Einfache Beispiele zur Erläuterung dieser Vorgänge wird sich der Leser leicht selbst zurechtlegen. Da Grösse, Richtung und Lage der resultierenden Kraft bekannt sind, ergeben sich die innern Kräfte in analoger Weise wie die Kräfte in den Streben eines belasteten Fachwerkes. Ein interessanter Fall ist die Kraftübertragung vom Rumpf auf den Kopf des Menschen, wenn der letztere beim Start nicht anlehnt, durch die Halsmuskeln und die Wirbelsäule. Die abnormale Schubbeanspruchung der Wirbelsäule, die dabei auftritt, ist möglicherweise für die von Mittelholzer beschriebenen interessanten Eindrücke beim Start verantwortlich. In Flüssigkeiten, also auch in den Gefässen des menschlichen Körpers, treten bei der beschleunigten Bewegung Druckdifferenzen auf; der Druck ist auf der Vorderseite kleiner als auf der Rückseite. Diese Differenzen sind das Dreifache der durch das Gewicht verursachten Differenzen des hydrostatischen Druckes bei um 90° gedrehtem Körper. Bei den kleinen in Betracht kommenden Strecken werden sie schwerlich bemerkbar sein; sie bleiben kleiner als die Druckdifferenzen, die durch die Herztätigkeit verursacht werden.

Die Vögel im naturkundlichen Unterricht der Mittelstufe

Von H. Noll, Realgymnasium, Basel.

Die Lehrpläne unserer schweizerischen Mittelschulen verlangen die Behandlung der Wirbeltiere im allgemeinen im 6. und 7. Schuljahr. Für die Oberstufe wird in der Regel auf die vergleichend-anatomische Betrachtung dieses Tierstammes mit besonderer Berücksichtigung des menschlichen Körpers Wert gelegt. Meistens werden dabei die Vögel, weil sie ein besonders spezialisierter Zweig der Wirbeltiere sind, übergangen. So bleibt denn ihre Besprechung auf die Mittelstufe beschränkt. Die Mehrzahl meiner Kollegen wird die Klasse der Vögel in systematischer Ordnung und Reihenfolge durchnehmen. Für den Lehrer, der in diesem Stoff nicht aus eigener Forschungs- und Beobachtungsarbeit zu Hause ist, ist es der sicherste Weg und für den Schüler der bequemste, indem er im Buch nachlesen kann, was in der Schule behandelt wurde. Seit vielen Jahren versuche ich — ähnlich wie ich es 1926¹⁾ für den Unterricht in der Säugetierkunde darlegte — andere Wege zu gehen, indem ich den Stoff nach morphologischen oder biologischen Eigentümlichkeiten der ganzen Klasse einteile und die einzelnen Ordnungen, Familien, Arten nur so weit behandle, als es zur Erläuterung der Tatsachen und Klärung der Begriffe nötig ist. Das gibt dem Lehrer, wie ich zeigen möchte, viel mehr Gelegenheit, alles, was die Schüler selber erlebt und beobachtet haben, für den Unterricht heranzuziehen und sie umgekehrt anzuregen, ihre grosse Beobachtungsfähigkeit auf diese Tierklasse zu richten. Von selbst stellt sich damit eine grössere For-

menkenntnis ein, die nicht leer und unverankert im Gedächtnis steht, sondern mit vielen schönen und merkwürdigen eigenen Erlebnissen verknüpft ist. Im folgenden sind die einzelnen Abschnitte, in die der Stoff gegliedert wird, als Ueberschriften angegeben. Was für Anschauungsmaterial verwendet werden muss und wie es beschafft werden kann, soll später in besonderer Zusammenfassung gezeigt werden.

I. Der Bau des Vogelkörpers in seiner Anpassung an das Fliegen.

1. *Die Feder.* Schüler, welche zu Hause Hühner, Enten, Tauben pflegen, können die verschiedenen Federformen beschaffen: Flugfedern, Deckfedern, Flaumfedern. Es zeigt sich, dass die Buben eigentlich nur die Flugfedern oder sog. Schwungfedern als typische Federn ansehen. Aus der Betrachtung und Zeichnung aller drei Formen geht ohne weiteres hervor, dass ihre Hauptaufgabe darin besteht, den Körper zu bedecken und als Wärmeschutz zu dienen und erst in zweiter Linie als Flugorgane zu wirken. Auf die erstaunten Einwände geweckter Schüler frage ich nach Vögeln, die überhaupt nie fliegen können. Es gibt viele; Strausse und Pinguine sind die bekanntesten. Doch für uns sind es fremde Vogelarten. Dagegen zeigen alle Jungvögel von Nestflüchtern, die ja oft Wochen brauchen, bis sie flugbar sind, dass die Feder in erster Linie zur Körperbedeckung dient. Das köstliche Flaumkleid der Dunenjungen von Enten, Möwen, Täuchern ist nicht gar so schwer zu erlangen. Im Notfall tut es eine frischgeschlüpfte, ausgestopfte Hausente. Aus dem Flaumkleid dieser Art entwickelt sich zuerst das Deckgefieder und erst im Alter von 10 Wochen ist das Fluggefieder fertig, kann die junge Ente fliegen. Die Flugfeder verdient besonders eingehende Besprechung. Leider ist es selbst unter dem Mikroskop ziemlich schwer, die Häklein, welche die Fiedern zweiter Ordnung verbinden, zu sehen. Am besten geht es, wenn man ein kleines Federstückchen in Kanadabalsam legt und die Federn leicht auseinanderzieht. An den Schnittstellen treten oft einzelne Fiedern mit Häklein hervor. Leichter ist es, ihre Arbeitsweise zu zeigen. Wir reißen einige Stellen der Feder ein und streichen sachte zwischen den Fingern von der Spule gegen die Spitze hin, worauf die Fahne sofort wieder ganz wird, weil die Häklein wieder einhängen. Damit ahmt man das Putzen und Glätten des Gefieders durch die Vögel nach. Wichtig ist der Hinweis auf die unsymmetrischen Hälften der meisten Schwungfedern, die breiteren, sogenannten Innenfahnen und die schmäleren Außenfahnen. Letztere liegen beim gespannten Flügel zum Teil über den Innenfahnen und verhindern dadurch das Durchdrücken nach oben.

Dass die Federn bei ihrem starken Gebrauch abgenutzt werden, ist dem Schüler verständlich. Sie müssen deshalb alle Jahre mindestens einmal ersetzt werden. Diese Mauser findet bei uns meistens im Juli und August statt. Wir beobachten sie hier in Basel am besten an den Vögeln des zoologischen Gartens; in einem Hühnerbetrieb ersieht man es am Aussetzen der Eibildung. Bei manchen Vögeln finden zwei Mauserungen statt. Meistens hat dann die eine Bezug auf die Fortpflanzung. Im zoologischen Garten sind die Prachtkleider der Entenerpel ein gutes Beispiel. Unsere einheimische Stockente mausert als Männchen im September-Oktober ins farbenreiche Hochzeitskleid um. (November Verlobungszeit!) Ende Mai bis Ende Juni wird dieses Prachtkleid ins schlichte, weibchen-

1) «Erfahrungen» XI (1926) Nr. 5, S. 65—74.

ähnliche Sommerkleid gewechselt. Im Juli wechselt der Erpel nun auch die Flugfedern; er kann dann überhaupt nicht fliegen. Im September-Oktober setzt dann die neue Mauser wieder ein, die aber nur das Kleingedieder betrifft. Beim Star sind wieder zwei Besonderheiten zu sehen. Der Jungstar ist beim Ausfliegen einfarbig graubraun. Im Juli-August mausert er das Gefieder ins weissgefleckte Herbstkleid. Erst im nächsten Frühjahr erhält er das prächtig schillernde Fortpflanzungskleid. Dies wird aber nicht durch eine Mauser erreicht, sondern dadurch, dass die weissen Federsäume jeder Deckfeder abgestossen werden und der schillernde untere Federteil dadurch sichtbar wird. Es gibt in Schulsammlungen die seltensten Vogelarten. Ich habe noch keine Sammlung gesehen, wo die drei Gefiederzustände dieses doch wahrhaftig häufigen Vogels zu sehen gewesen wären. Noch weniger wird man je ein Sommerkleid eines Stockentenerpels finden.

2. Flug der Vögel. Schmeil und Hesse-Doflein geben viel Aufschlüsse darüber. Ich finde, man darf sich begnügen mit den Begriffen

Ruderflug — die meisten unserer Kleinvögel üben ihn ausschliesslich.

Segel- und Gleitflug — neben dem Ruderflug zeigen ihn Störche, Raubvögel, Möwen. Kleinere Vögel, wie Schwalben und Segler, schalten in den Ruderflug Gleitflugstrecken ein. Das eigentliche Segeln bringen sie nicht zustande; dazu sind sie zu leicht, zu klein. An trüben Tagen, wenn sie tief fliegen, kann man dies gut beobachten und die Schüler finden es auch heraus.

Schwirrflug — keine unserer einheimischen Arten; Kolibri sind Meister darin. Der Turmfalke in seinem Rüttelflug und das Goldhähnchen, wenn es flatternd an gleicher Stelle unter Tannenästchen Futter sucht, zeigen uns die Anfänge dieses Fluges an Ort.

Die mathematische Begründung des Vogelfluges, wie sie z. B. im Schmeil versucht wird, ist zu schwierig. Uebrigens ist das Problem noch lange nicht voll gelöst. Es genügt, darauf aufmerksam zu machen, dass immer zwei Kräfte wirksam werden müssen, eine, welche den Vogel oben hält, und eine zweite, die ihn vorwärts treibt. Welche grosse Rolle die Luftbewegung beim Fliegen spielt, zeigt namentlich die Beobachtung des Segelfluges, wie wir ihn bei uns am Mäusebussard am schönsten sehen können. Doch erkennen wir dabei, dass auch bei völliger Windstille ein Vogel segeln kann. Endlich weise ich stets darauf hin, dass die sogenannten Aufwinde für den Vogel eine grosse Rolle spielen; wir können dieselben aber nur selten wahrnehmen. Flugzeug und Segelflugzeug bringen unserer technisch so bewanderten Jugend weiter manche gute Erkenntnis.

3. Wie ist der Vogelkörper für das Fliegen gebaut? In jedem Lehrbuch (Schmeil, Schäfer-Kräpelin usw.) finden sich hierüber ganz gute Darstellungen. Für die Schüler fasse ich sie etwa folgendermassen zusammen:

a) wie kommt die grosse Tragfläche des Flügels zu stande? — An langen Flügelknochen können sich die Federn ansetzen (Messung im Verhältnis zur Körperlänge und Vergleich mit den Verhältnissen beim Menschen); die Flughaut, in der die Federn sitzen (Arm- und Handschwingen); die Lage der Federn im entfalteten Flügel, welche die Luft wohl von oben nach unten durchlässt, aber nicht von unten nach oben.

b) Wie wird der Flügel bewegt? — Brustbein und Brustmuskel (Zeichnung in quer und längs).

c) Wie wird der Flügel in immer gleicher Lage zum Körper gehalten? — Die beiden Schlüsselbeinpaare (Festigkeit und Elastizität).

d) Wie wird der Flügeldruck beim Aufwärtsschlagen gemildert? — Lange Schulterblätter (Säbelbein!) verteilen den Druck auf alle Wirbel und Rippen.

e) Wie halten diese den Druck aus? — Alle Wirbel ausser Hals- und Schwanzwirbeln sind verwachsen. Rippen durch Zwischenrippenstücke verbunden.

f) Wie wird dies starre System gemildert? — Viele freibewegliche Halswirbel, nur ein Gelenkhöcker am Kopf (Beispiele an Hühnern, Enten, Eulen), Zwischenrippengelenke ermöglichen trotz der Starrheit des Brustkorbes die Atmung.

4. Die Atmung der Vögel. Am Skelett einer Taube (besser als am Skelett des Huhnes, das man überall in Schulen findet) kann die Atembewegung, das Vorschieben des Brustbeins und damit die steilere Stellung der Rippenhälften zueinander, welche den Brust- und Bauchraum vergrössern, leicht gezeigt werden. Während des Fluges muss aber diese Atembewegung eingestellt werden, das ganze Brustskelett muss starr sein. Da treten die Luftsäcke in Funktion; denn durch den Luftstrom, der durch die Flugbewegung am Vogel vorbei entsteht, werden sie gefüllt. Sehr wahrscheinlich wird die Luft durch die Bauchmuskulatur wieder durch die Lungen ausgepresst und der Vogel «atmet» dabei. Diese Luftsäcke wirken auch als Dudelsäcke (Orgelblasbalg). Wenn die Lerche im Flug steil emporsteigend ununterbrochen singen kann, oft bis 10 Minuten lang, ist dies nur möglich, weil ein ununterbrochener Luftstrom aus den Luftsäcken durch die Luftröhre und den Kehlkopf kommt. Ob dabei der Vogel die Luftsäcke allmäthlich leert oder während des Singens die Luft erneuern kann, ist nicht ganz abgeklärt; letzteres ist wahrscheinlicher.

Das eben besprochene Kapitel vom Körperbau des Vogels in bezug auf das Fliegen kann vereinfacht werden, sollte aber m. E. nicht weggelassen werden, denn es zeigt in geradezu wunderbarer Weise, wie eine bestimmte Körpertätigkeit, das Fliegen, Bau und Funktion nicht nur der Bewegungsorgane, sondern noch vieler anderer Organe beeinflusst. Ich schliesse den Abschnitt gewöhnlich mit einem Aufsatz: Wie ist der Vogelkörper dem Fliegen angepasst? Hat man ältere Schüler vor sich, darf man vielleicht auf die Tatsache hinweisen, dass bei den Vögeln das Herzgewicht in bezug auf das Körpergewicht viel grösser als bei Säugern ist, da beim Fliegen die Muskelarbeit besonders gross ist. Auch der Stoffumsatz muss deshalb grösser sein und damit liegt auch die durchschnittliche Körpertemperatur bei etwa 39,5—42° C.

II. Die Ernährung der Vögel.

Während im ersten Abschnitt wenig auf einzelne Vogelarten oder Gruppen eingegangen werden konnte, sondern viel mehr die Gesamtheit im Auge behalten werden musste, gibt sich nun hier Gelegenheit, gewisse Arten, Familien und Ordnungen näher kennen zu lernen. Als erstes erörtern wir die Frage:

«*Warum haben Vögel ein so grosses Nahrungsbedürfnis?*» Fliegen ist eine grosse Arbeit und viel Arbeit bringt viel Hunger! Man kann die tägliche Futtermenge für einen Kanarienvogel abwägen und mit seinem Körpergewicht vergleichen (ca. 15 g) und ersieht daraus, dass er eine sehr grosse tägliche Nahrungs menge braucht. Grössere Vögel benötigen weniger

Futter; ihre Körperoberfläche steht in günstigerem Verhältnis zum Körperraum. Als Zweites fragen wir uns:

Wie greift der Vogel seine Nahrung und wie kaut er sie? Das Greiforgan ist natürlich der Schnabel (durchaus nicht durchwegs auch das Fangorgan). Am skelettierten Vogelkopf kann sein Bau gut gezeigt werden, indem meistens die Hornscheide dabei ist und vom knöchernen Teil leicht abgezogen werden kann. Jeder Schüler sieht ohne weiteres ein, dass die scharfen Hornränder wohl Stücke von der Beute abschneiden können, aber dass der Vogel damit nicht kauen kann, denn die Zähne fehlen. Allerdings gibt es eine ganze Anzahl von Vogelarten, wie die Falken und Würger, die einen Schnabelzahn, gleichsam einen Reisszahn haben; die Säger, die zur Entenfamilie gehören, haben sogar den ganzen Schnabelrand mit Zähnen besetzt, um ihre schlüpfrije Beute, die Fische, zu halten. Doch erkennen die Kinder gut, dass alle diese Gebilde nur Hornauswüchse des Schnabelrandes sind, der Schnabel also wirklich nur als Greiforgan für die Nahrung gebaut ist. Da diese aber sehr verschieden ist, muss auch der Schnabel entsprechend gebaut sein, so dass aus seiner Form auf die Nahrung geschlossen werden kann und umgekehrt. Ich pflege, aus unserer Sammlung durch die Schüler Vögel mit gleichen Schnabelformen zusammenstellen zu lassen. Sie finden:

a) *Kegelschnäbler* (Spatz, Buchfink, Grünfink usw.). Wir zeichnen den Schnabel und die Buben müssen mir erzählen, was sie am Futterbrett beobachtet haben, wie die Grünfinken z. B. die Samenkörner fressen. Es sind immer Schüler in der Klasse, welche wissen, dass die Finken die Körner nicht aufpicken, sondern im Schnabel pressen, bis die Samenhaut springt und der Kern frei wird. Da wir somit gerade bei Pflanzen (Samen) fressen sind, nehmen wir

b) die *Hühnervögel* daran. Jeder weiss, dass sie die Körner — wie es auch die Tauben machen — ganz verschlucken. Das ist eigentlich verwunderlich, wenn man den starken Schnabel mit seinen scharfen Rändern beschaut. Diese sind gut dazu geeignet, von Gras, Salat usw. ganze Stücke wie mit der Schere abzuschneiden. Ich erinnere die Kinder auch daran, wie gerne alle Hühner Maikäfer, Würmer usw. fressen und sie sehen ein, dass solche Allesfresser auch starke Schnäbel zum Töten der Beute benötigen. Den Hühnern stehen als Allesfresser

c) die *Enten, Gänse und Schwäne* nahe. Aber ihre Beutetiere und Nährpflanzen leben im Wasser und im Schlamm. Wohl alle Kinder haben schon Hausenten beim Gründeln gesehen; die Vögel fassen den Schlamm mit dem Schnabel und spülen durch Schütteln im Wasser die Erde weg; alles Tierische und Pflanzliche bleibt an den Hornleisten des Schnabels wie an einer Reuse hängen (Vergleich mit Walfisch).

d) Unter den *Fleischfressern* sind die *Insektenfresser* die bekanntesten, also Amseln, Stare, Rotschwänzchen, Meisen usw. Wir zeichnen den Schnabel einiger Arten; immer ist er länger als hoch. Hier muss freilich der Lehrer die Funktion erklären. Die Beute wird durch Zerquetschen getötet, indem sie der Vogel quer fasst und mit der Zunge hin und her schiebt und fortwährend drückt. Kleine Beute wird auch direkt verschluckt; die Meisen zerhacken ihre Tiere mit den harten Schnäbeln.

e) Eine besondere Insektenfressergruppe stellen die *Spechte* dar. Wir zählen jetzt schon die bekannteren Arten auf und erklären den Schnabelbau und den Mechanismus der Zunge, der übrigens gar nicht leicht verständlich ist. Es ist gut, wenn man bei den einzelnen Arten auf die «Bodenspechte», Grünspecht und Grauspecht, zu sprechen kommt. Auf Exkursionen vor allem im Winter kann an aufgewühlten Ameisenhaufen sehr gut gezeigt werden, dass alle Spechte und besonders der Grünspecht Ameisenfresser sind. Man findet die Exkreme auf den angeschlagenen Haufen und sie sind voll von Chitinresten dieser Beutetiere.

f) *Die Raubvögel* sind unter allen Fleischfressern die bekanntesten. Von einer Besprechung, wie sie etwa im Schmeil steht, darf man ruhig absehen. Es genügt, hier den Schnabelbau zu erklären und gleich im Anschluss daran die Art und Weise der Verdauung der Beute. Ich pflege Mäusebussard, Habicht, Turmfalke und Sperber nach Flugart, Flugbild, Zeichnung, Grösse usw. zu vergleichen. Auch auf die Nachtraubvögel Waldkauz, Steinkauz und Schleiereule und die Waldohreule komme ich zu sprechen, vor allem auch deshalb, weil wir von hier aus auf die Frage übergehen:

Wie verdauen die Vögel ihre Nahrung? Von einem Bekannten erhielt ich eine Menge Gewölle von Schleiereulen, und in einem Wäldchen bei Basel fanden wir eine Unmenge von Waldohreulengewölle. Wir untersuchten sie natürlich. Einer entdeckte in einem Gewölle die Knochenreste von sieben Mäusen und zwei Spitzmäusen. Die Gewölle der Tagraubvögel werden viel seltener gefunden und sind schwerer zu untersuchen auf Beutetiere; denn sie enthalten keine Knochen, nur die Haare oder Federn. Die Verdauungssäfte des Tagraubvogelmagens müssen also schärfer sein als bei den Nachtraubvögeln.

Alle Vogelarten, die Pflanzen oder hartschalige Tiere fressen, haben einen Kau- oder Muskelmagen. Fast in jeder Schulkasse gibt es Kinder, die gelegentlich solche Mägen bringen können. Immer freue ich mich dabei über das Staunen der Kinder, wenn sie einen Kropf voll Körner sehen und diese zählen. Manchmal findet man die Körner gekeimt! Noch überraschter sind sie von den mächtigen Muskeln des Kaumagens, der harten, hornigen Innenhaut mit ihren starken Leisten und den vielen Steinchen, die als Mahlsteine dienen.

Es ist also verständlich, dass viele Vögel ihre Nahrung ganz, unzerkleinert verschlucken, die Mundspalte und Rachenöhle deshalb gross sein muss. Am Vogelkopfskelett lernen wir jetzt das Quadratbein kennen. Da es zwischen Schläfe und Unterkiefer eingelenkt ist (Vergleich mit dem eigenen Körper), ist es begreiflich, dass der Vogel den Schnabel viel weiter aufspalten kann als ein Säuger das Maul. Eulen, Schwalben, Segler verschlucken ihre Beute ganz. Dass aber die Schwalben und Segler mit geöffnetem Schnabel durch die Luft segelten und gleichsam wie in einem Netz die Fliegen fingen, ist eine phantasievolle Sage.

(Schluss folgt.)

Kleine Mitteilungen

Berichtigung. In der Unterschrift der Abbildung zu dem Erdöl-Aufsatz von Ad. Hartmann in unserer vorigen Nummer hat sich infolge eines Versehens, an dem der Herr Verfasser schuldlos ist, ein sinnverwirrender Fehler eingeschlichen: die Bezeichnungen «Gas» und «Ton oder Mergel» sind miteinander zu vertauschen. Red.