

**Zeitschrift:** Schweizerische Lehrerzeitung  
**Herausgeber:** Schweizerischer Lehrerverein  
**Band:** 122 (1977)  
**Heft:** 21: Schulpraxis : Beiträge zum Zoologieunterricht

**Sonderheft:** Schulpraxis : Beiträge zum Zoologieunterricht

#### 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:** 26.12.2025

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

# Schulpraxis

Monatsschrift des Bernischen Lehrervereins

1120



Hans Räber:

## Beiträge zum Zoologieunterricht

Nestflüchter und Nesthocker

Genetische Fragen im Unterricht der Primarschule

Entstehung neuer Arten

Der Begriff der ökologischen Nische

# Schulpraxis / Schweizerische Lehrerzeitung — Nr. 21

Monatsschrift des Bernischen Lehrervereins

26. Mai 1977

Redaktion des «Schulpraxis»-Teils: H. R. Egli, 3074 Muri BE

Hans Räber:

Nestflüchter und Nesthocker	65
Genetische Fragen im Unterricht der Primarschule	72
Entstehung neuer Arten	78
Der Begriff der ökologischen Nische	81

Umschlagbild:

Galapagos Albatros (*Diomedea irrorata*) mit Jungvogel,  
aufgenommen auf den Galapagos

Adresse des Autors:

Dr. h.c. Hans Räber, Bütikofen, 3422 Kirchberg BE

## Liste der lieferbaren Hefte der «Schulpraxis» (Auswahl)

Nr.	Monat	Jahr	Preis	Titel
	Sonderdruck		2.—	Die Eidgenossen, 1291–1516, Quellen
1	April	63	2.—	Zum 60. Geburtstag von Otto Friedrich Bollnow
3	Juni	63	1.50	Im Tierpark – Tierzeichnen nach Natur
4/5	Juli/Aug.	63	2.—	Otto von Geyrerz und die Schule
6/7/8	Sept.–Nov.	63	4.—	Das Atom – Aufgabe unserer Zeit
9/10	Dez./Jan.	63/64	4.—	Island
9	Dezember	64	3.—	Mittelalterliche Burgen, Ruinen und Burgplätze
10/11	Jan./Febr.	65	3.—	Studienwoche im Wallis
1/2	April	65	3.—	Expo 1964 1. Heft
3	Juni	65	2.—	Expo 1964 2. Heft
4	Juli	65	1.50	Probleme und Hilfsmittel im Religionsunterricht
5	August	65	2.—	Italienischunterricht
8/9	Nov./Dez.	65	2.—	Moderne Sprache im Deutschunterricht, Schule und Schundliteratur – Beiträge Rechtschreibung
1/2	Jan./Febr.	66	3.—	Erziehung und Sprache
4/5	April/Mai	66	3.—	Tierzeichnen nach Natur, Modellieren usw.
7/8	Juli/Aug.	66	3.—	Franziskus von Assisi 1.— Lesebogen
9	September	66	1.50	Zur Methodik der pythagoreischen Satzgruppe – Mathematische Scherzfragen
10/11	Okt./Nov.	66	2.—	Eislauf – Eishockey
12	Dezember	66	3.—	Zu M. Wagnerschein's päd. Denken, Übungen zum Kartenverständnis
1/2	Jan./Febr.	67	3.—	Photoapparat und Auge 1.— Lesebogen
3/4	März/April	67	3.—	Beiträge zum Technischen Zeichnen
7	Juli	67	2.—	Bibliotheken, Archive, Dokumentation
8	August	67	1.50	Der Flachs
11/12	Nov./Dez.	67	4.—	Sprachunterricht
1	Januar	68	2.—	Schultheater
4/5	April/Mai	68	3.—	Schulschwimmen heute
8/9/10	Aug.–Okt.	68	4.—	Bernische Klöster II (Bernische Klöster I, 4/5, 1958 vergriffen)
11/12	Nov./Dez.	68	3.—	Simon Gfeller
1	Januar	69	3.—	Drei Spiele für die Unterstufe
2	Februar	69	2.—	Mathematik und Physik an der Mittelschule
4/5	April/Mai	69	2.—	Landschulwoche im Tessin
6/7	Juni/Juli	69	2.—	Zur Erneuerung des Rechenunterrichtes
8	August	69	1.50	Mahatma Gandhi
9	September	69	3.—	Zum Grammatikunterricht
10/11/12	Okt.–Dez.	69	4.—	Geschichtliche Heimatkunde im 3. Schuljahr

## Zu diesem Heft

Vier einzelne Themen, vom Nestflüchter bis zur ökologischen Nische – wo bleibt die einheitliche, geschlossene Thematik? Über das Stichwort «Tierkunde» hinaus sehen wir Einheit in der Person und im Wirken des Verfassers. Er ist seinen Kameraden aus dem bernischen Lehrerseminar Hofwil seit nunmehr vierzig Jahren in Erinnerung als «Vogel-Räber», unermüdlich schon damals im Beobachten, Beringen und Hegen. Was der Autor hier vorlegt, sind Arbeitsberichte aus seinem Unterricht an der Primarschule, der Hans Räber treu geblieben ist, auch als international angesehener Verhaltensforscher, Ornithologe und Kynologe. Seine Beiträge dürften manchen Kollegen ermutigen, sich mit seiner Klasse an das eine oder andere Thema zu wagen.

Seit Jahrzehnten ist Hans Räber Mitarbeiter der «Schulpraxis». Den ersten Beitrag des jungen Lehrers im weit abgedeckten Ried bei Wasen leitete der damalige Redaktor, Dr. Fritz Kilchenmann, mit der Bemerkung ein, es stehe hinter den Darlegungen «jene schöne Leidenschaft, die sich nicht einzig des Unterrichts wegen mit einer Sache beschäftigt; in solcher „Liebhaberei“ steckt eine erzieherische Kraft ohnegleichen». Die Liste der Beiträge und ganzen Hefte, die Hans Räber für die Monatsschrift des Bernischen Lehrervereins verfasst hat, belegt seinen Weg vom «Liebhaber» zum kompetenten Fachmann und Forscher:

1940/41, 6:	Ergebnisse der Vogelberingung Ein wenig Vogelkunde
1941/42, 4:	Wald und Wasser
1944/45, 11/12:	Haustiere
1946/47, 1:	Reineke Fuchs
1947/48, 11 u. 12:	Alle Vögel sind schon da!
1948/49, 6/7:	Materialien zur Behandlung des Vogelzuges
1949/50, 4/5:	Aus dem Vogelleben (Schülerheft) 7: Aus dem Vogelleben (Lehrerheft)
1951/52, 6:	Wildtiere I (Schülerheft)
1952/53, 3/4:	Wildtiere I (Lehrerheft) 9: Das Tier in der Volksmedizin
1955/56, 1:	Der Maikäfer
1956/57, 1/2:	Verhaltensforschung im Zoologieunterricht der Primarschule
1963/64, 3:	Tierzeichnen nach Natur I
1966, 4/5:	Tierzeichnen nach Natur II

Fortsetzung 3. Umschlagsseite

Hans Räber:

## Beiträge zum Zoologieunterricht

### Nestflüchter und Nesthocker Genetische Fragen im Unterricht der Primarschule Entstehung neuer Arten Der Begriff der ökologischen Nische

#### Nestflüchter und Nesthocker

Seien wir uns als Lehrer stets bewusst: Das Kind will Tiere so kennen lernen, wie es Menschen kennen lernt. Wieviele Zähne ein Fuchs besitzt, wie dieser oder jener Knochen oder Muskel heißt, wie die Gallenblase arbeitet, das interessiert das Kind wenig, aber wie ein Tier lebt, wie es mit seinesgleichen umgeht, das will es wissen. Nach diesem Bedürfnis haben wir den Naturkundeunterricht auszurichten. Ein dankbares Thema ist die Gegenüberstellung von Nesthockern und Nestflüchtern, nicht zuletzt deshalb, weil Tierkinder doch fast in jedem Menschen eine verborgene Saite zum Klingen bringen.

#### Säugetiere

Nesthocker und Nestflüchter sind bei den Säugern Kennzeichen einer bestimmten Entwicklungsstufe, d. h. der Ausbildung des Zentralnervensystems, oder aber Folge einer starken Spezialisierung (Fledermäuse). Wenig spezialisierte Formen und solche mit geringerer Hirnentwicklung sind im Geburtszustande *Nesthocker*. Die Tragzeit ist relativ kurz (weniger als 30 Tage), die Zahl der Nachkommen hoch, die Jungen werden blind, taub, nackt und mit unvollkommener Temperaturregulierung geboren. Sie können stark abgekühl werden ohne Schaden zu nehmen.

Ihr Hirn ist bei der Geburt relativ klein; beim Kaninchen verhält sich die Hirnmasse des Neugeborenen zur Hirnmasse des Adulten wie 1:8,9 (nach Portmann).

Hochspezialisierte Formen oder solche mit hoher Gehirnausbildung werden als *Nestflüchter* geboren. Die Tragzeit ist lang, die Nachkommenzahl klein (meistens nur 1), die Geburten liegen oft zeitlich weit auseinander. Die Jungen sind bei der Geburt den Alten recht ähnlich, doch lassen sie sich an ihren Körperproportionen (grosser Kopf, lange Beine) auch auf Bildern sofort als Jungtiere erkennen.

Das Hirn des neugeborenen Nestflüchters dagegen ist relativ gross, die Hirnmasse des Jungtieres verhält sich zur Hirnmasse des Alttieres beim Hirsch wie 1:2,2 (nach Portmann).

Bei den Huftieren haben wir in der Mutter-Kind-Beziehung zwei Typen zu unterscheiden: den *Nachfolgetyp* und den *Ablegetyp*. Gemsen verkörpern den Nachfolgetyp, Rehe den Ablegetyp.

Bei den *Ablegetypen* merkt sich die Mutter genau den Platz, wo sich ihr Kind hingelegt hat (das Kind wählt den Liegeplatz selber) und entfernt sich dann oft mehrere hundert Meter weit. Das Kind legt keine Fährte, seine Zwischenzehendrüsen funktionieren noch nicht (Schutz gegen Raubtiere). Die Mutter begleitet das Kind nicht zur Ablegestelle, so dass sie auch nicht auf ihrer Eigenfährte zu ihm zurückfindet. Das Kind darf also seinen Platz nicht verlassen, bis es von der Mutter abgerufen wird. Mutter und Kind erkennen einander am Geruch, die erste «von Mund zu Mund Beatmung» gleich nach der Geburt scheint dabei entscheidend zu sein. Mutterlos gewordene Antilopen- und Gazellenkinder werden kaum jemals von einer fremden Mutter angenommen, und eine kinderlos gewordene

Antilopenmutter adoptiert nur in ganz seltenen Fällen ein mutterlos gewordenes Kind.

Beim *Nachfolgetyp* (Gemse) entfernt sich das Muttertier nie so weit von seinem Kitz, wie dies die Rehmutter regelmässig tut. Mutter und Kind haben ständig Kontakt miteinander, und zwar auch dann, wenn das Gemskitz vielleicht einmal abseits liegt. Bei Gefahr stellt sich das Muttertier über das Kitz und verteidigt es. Die Nachfolger finden wir hauptsächlich bei Bergtieren oder extremen Steppentieren (Gnu, Pferd), während die «Ableiger» unter den Busch- und Waldbewohnern zu suchen sind (wobei es freilich Ausnahmen gibt).

Auf derartige Zusammenhänge können wir im Unterricht höchstens ergänzend hinweisen, selber beobachten können wir sie nicht.

Nesthocker und Nestflüchter im Schulzimmer zu züchten und zu beobachten ist relativ schwierig. In Frage kommen nur Nagetiere, und gerade bei ihnen ist das Zusammenspiel von Kind und Mutter nicht so nuancenreich und differenziert wie etwa bei den Huftieren. Huftiere aber über längere Zeiträume zu beobachten und ihr Verhalten zu protokollieren und später auszuwerten, das ist im Naturkundeunterricht auf der Volksschulstufe kaum möglich. Wir müssen uns auf Gelegenheitsbeobachtungen beschränken, und das in der Regel erst noch an Haustieren, bei denen vieles vom ursprünglichen Verhalten verflacht, völlig verschwunden, oder aus Gründen der besonderen Haltung (Aufzuchtboxen!) gar nicht mehr zu beobachten ist.

Als Beobachtungstiere für nesthockende Säuger kommen für Schulzwecke eigentlich nur *Zwergkaninchen* in Frage. Junge Goldhamster und weisse Mäuse sind zu klein.

Zwergkaninchen lassen sich auf Eternit- oder Polyester-Schalen (man kann solche speziell für Kaninchenställe in verschiedenen Größen kaufen) fast geruchlos halten (nur fast!). Die Schale wird zur Hälfte mit Torfmull gefüllt, der mit einer Lage Stroh oder Heu abgedeckt wird. Die meisten Kaninchen sind «stubenrein», d. h. sie benutzen eine bestimmte Kotecke, so dass man den Kot täglich entfernen kann, ohne die ganze Füllung erneuern zu müssen. Die heute von Futtermittelfirmen hergestellten Futterwürfel enthalten alles, was das Kaninchen zu seinem Lebensunterhalt braucht und befriedigen zudem sein Nagebedürfnis. Zu den Futterwürfeln muss aber immer Trinkwasser zur Verfügung stehen. Kaninchen nehmen gerne eine Nestkiste an, für unsere Zwecke verzichten wir jedoch darauf, so dass die Kaninchenmutter ein offenes Nest bauen muss. Kurz vor der Geburt rauft sie sich Brust- und Bauchaare aus, ein bestimmtes Hormon bewirkt, dass die Haare jetzt nur lose in der Haut sitzen und schmerzlos ausgezupft werden können. Ist die Geburt vorüber, sitzen die Haare wieder fest. In den ersten Tagen darf man junge Kaninchen ruhig aus dem Nest nehmen und betrachten. Tun wir dies täglich, so gewöhnen sie sich daran und verlassen auch später nicht fluchtartig das Nest.

Wir stellen fest, dass sie blind, taub und nackt sind, die Beinchen sind sehr klein, am Kopf sitzen lange, kräftige Spürhaare (Funktion erklären!). Wir verfolgen jetzt täglich das Wachstum des Pelzes, das Öffnen der Ohren und der Augen, kontrollieren das Gewicht, halten fest, wann sie das Nest verlassen, wann sie zum erstenmal feste Nahrung zu sich nehmen.

Alle gewonnenen Daten werden in vorbereiteten Tabellen festgehalten. Als *Nestflüchter*, die sich in der Schule halten lassen, kommen eigentlich nur *Meerschweinchen* in Frage. Man beschafft sich am besten ein hochträchtiges Weibchen. Die Haltung entspricht derjenigen des Zwergkaninchens, besondere Ansprüche stellt das Meerschweinchen nicht. Die Jungen sind bei der Geburt voll entwickelt, sie sehen und hören, tragen ein dichtes Haarkleid, folgen schon wenige Stunden nach der Geburt der Mutter und nehmen feste Nahrung zu sich, sie haben also bereits gut entwickelte Zähne. Ein Nest baut die Mutter nicht, die Zahl der Jungen ist klein (2–3). Die Tragzeit beträgt 63 Tage (beim Kaninchen 30), erwachsen sind die Meerschweinchen mit 8–9 Monaten, Weibchen können aber schon vorher geschlechtsreif werden (Domestikationsscheinungen).

### Hund und Katze

Meistens hat es in einer Schulklasse (vor allem in ländlichen Gegenden) einen oder mehrere Schüler, die zuhause eine weibliche Katze haben, die im Frühling Junge kriegt. Wenn möglich sehen wir uns die Kätzchen gleich nach der Geburt mit der ganzen Klasse an und halten den Geburtszustand schriftlich fest. Später vergleichen wir mit den Kaninchen und den Meerschweinchen. In den folgenden Tagen und Wochen berichtet nun der Besitzer der Katzen jeden Morgen kurz über die feststellbaren Entwicklungsschritte, insbesondere hat er genaue Angaben zu machen über: Art der Fortbewegung (dazu werden in den ersten zwei Tagen praktisch nur die Vorderbeinchen gebraucht, denn die Armnerven sind im Zeitpunkt der Geburt weiter entwickelt als die Beinerven, das gilt für alle Nesthocker), Öffnen der Augen, Öffnen der Ohren, erstes Spielen mit den Geschwistern, erstes Verlassen des Lagers (zurück gelegte Distanz feststellen), erstes Putzen des Felles usw.

Wenn möglich sollten auch genaue Gewichte festgestellt werden. Der Vergleich mit der Wachstumskurve des Kaninchens zeigt nachher deutlich, dass sich die Katze langsamer entwickelt als das Kaninchen.

Hund und Katze nehmen eine Mittelstellung zwischen Nesthockern und Nestflüchtern ein, ihre Jungen tragen bei der Geburt einen Pelz, Augen und Ohren sind jedoch verschlossen. Die Tragzeit ist mit 63 Tagen gleich wie beim Meerschweinchen, die Zahl der Nachkommen war ursprünglich relativ klein (nur ein Wurf pro Jahr, jetzt jedoch meistens zwei).

Beim Hund ist die postembryonale Entwicklung in letzter Zeit Gegenstand wissenschaftlicher Untersuchungen geworden. Nach Zahl und Art der Entwicklungsschritte unterscheidet z. B. Althaus (die Entwicklung des Verhaltens beim Siberian Husky) drei Perioden:

1. Periode der innerlichen Zuwendung 1.–7. Tag,
2. Die Übergangsperiode 7.–17. Tag,
3. Periode der Zuwendung zur Außenwelt ab 17. Tag.

Jeder Periode entsprechen ganz bestimmte Verhaltensweisen, die zu bestimmten Zeiten erstmals auftreten, eine gewisse Zeit andauern und dann wieder abgebaut werden.

Es wäre schön, diese Entwicklung mit Schülern verfolgen zu können, aber die Möglichkeit dazu dürfte eher selten sein.

Wir werden uns auch die Gelegenheit, so oft sie sich bietet, nicht entgehen lassen, ein neugeborenes Füllen, ein Kälblein, junge Schweinchen, ein Lamm oder Zicklein uns genau anzusehen und ihre körperliche Entwicklung schriftlich festzuhalten.

Im «Brevier neuzeitlicher Hundezucht» habe ich auf die Korrelationen zwischen Größe des Muttertieres und Zahl der Welpen und Geburtsgewicht der Welpen hingewiesen. Grob zusammengefasst lässt sich sagen, dass grosse Hunde viele Welpen (Bernhardiner bis 20 pro Wurf) mit relativ kleinen Geburtsgewichten werfen; kleine Hunde jedoch haben kleine Würfe (2–3 Welpen pro Wurf), die Welpen weisen jedoch relativ hohe Geburtsgewichte auf. Solche Zusammenhänge können Hinweise auf den Grad der Abweichung des domestizierten Tieres vom wilden Urahnen geben.

### Vögel

Im Gegensatz zu den Säugern sind die Nestflüchter bei den Vögeln nicht Ausdruck höchster Entwicklung, sondern eigentlich nur bei den primitiver organisierten Vogelarten zu finden. Sie müssen eigentlich immer im Zusammenhang mit der natürlichen Umwelt betrachtet werden, doch das ist in der besonderen Situation des Schulzimmers nicht möglich. So ist es schon kaum möglich, das Zusammenspiel von Mutter und Kind bei Nestflüchtern über längere Zeit hin im Schulzimmer zu beobachten, denn eine Hühnerglücke oder eine Ente mit ihrer Kinderschar lassen sich kaum halten. Wir können im Wesentlichen nur die eine Seite, nämlich die Entwicklung des Kindes einer genaueren Betrachtung unterziehen.

Etwas leichter lässt sich das Zusammenspiel der kindlichen und der elterlichen Triebe bei den Nesthockern zeigen, weil uns hier gut zu haltende Versuchstiere zur Verfügung stehen.

Eine ganz besondere Art der Brutpflege finden wir bei den Tauben, die ihre Jungen in den ersten Tagen mit sogenannter Kropfmilch ernähren.

### Als Versuchstiere dient uns hier ein Paar Lachtauben

Sie sind leicht zu beschaffen, leicht zu halten, weil sie seit Generationen in Käfigen gezüchtet werden und hier ohne weiteres zur Brut schreiten. Die Unterscheidung zwischen Männchen und Weibchen ist allerdings nicht leicht, Anhaltspunkte liefert bei älteren Tieren die Lage der «Legebeine». Sie liegen beim

Trüber dicht beisammen, bei der Täubin lässt sich jedoch ein deutlicher Zwischenraum abtasten.

Die Anschaffung ist billig, Lachtauben sind stets in der «Tierwelt» zum Verkaufe aufgeschrieben.

Lachtauben brüten auf engem Raum; immerhin sollten wir ihnen doch etwas Bewegungsfreiheit geben. In einem Käfig von 100 × 50 cm Bodenfläche und 80 cm Höhe fühlen sie sich hinreichend wohl und brüten ununterbrochen, selbst während der Mauser. Da sie sehr zahm sind, kann man sie stundenweise im Zimmer fliegen lassen, sie sind aber nicht stubenrein!

Als Futter genügt ihnen ein im Handel käufliches Taubenfutter, zur Not kann man selber ein Gemisch aus Weizen, Hirse und etwas Hanf herstellen. Ein sogenannter «Taubenstein» versorgt sie mit den nötigen Mineralien.

Trinkwasser muss stets zur Verfügung sein, wöchentlich einmal kann man eine flache Wasserschale in den Käfig geben, damit sie baden können (viele baden jedoch nie). Zum Brüten habe ich ein künstliches Rauchschwalbennest hineingehängt, das sie sofort angenommen haben, es genügt aber auch ein Blumentopfuntersetzer, den man etwas erhöht in den Käfig stellt. Mit kurzgeschnittenem Stroh oder Heu bauen sie ein Nest. Erreichbares Nistmaterial scheint zur Auslösung des Bruttriebes unbedingt nötig zu sein. Zur Unterscheidung von Männchen und Weibchen kennzeichnen wir einen Vogel mit einem grünen, den andern mit einem roten Fussring. So können die unterschiedlichen Rollen beim Nestbau und beim Brüten genau kontrolliert werden. Wir beobachten die Arbeitsteilung beim Nestbau und das pünktliche Ablösen beim Brüten (oft auf die Minute genau), später das Füttern der jungen Tauben aus dem Kropf. Wir halten fest, wie lange nur «Kropfmilch» gefüttert wird, von wann weg wir dann Körner im Kropf der Jungen feststellen können.

Wir beobachten bei den Jungtauben nach dem Schlüpfen den «Eizahn» am Oberschnabel und halten das Geburtsgewicht fest. Die Entwicklung der Jungtauben verläuft rasch. Sie sind typische Nesthocker, die Brutzeit beträgt nur 15 Tage, die Nestlingszeit 16 Tage, das Geburtsgewicht liegt bei 6 Gramm, das Adultgewicht bei 160 Gramm. Bei Haustauben (Abkömmlinge der Felsentaube) verläuft die Entwicklung etwas langsamer. Die Brutzeit beträgt 18–19 Tage, die Nestlingszeit 26 Tage. Dafür ist die Haustaube beim Verlassen des Nestes vollständig ausgewachsen; die Lachtaube dagegen

hat nach 15 Tagen beim Verlassen des Nestes knapp 50% des Adultgewichtes erreicht.

Lachtauben waren ursprünglich, wie die jetzt häufig auftretende Türkentaube, Baumbrüter, die Haustauben jedoch Felsenbrüter.

Wir machen auf die enge «Verzahnung» zwischen Eltern und Kindern aufmerksam, indem beide Eltern nach 15 Tagen Brutdauer «Kropfmilch» produzieren, – nicht vorher – dass diese Milchproduktion aufhört, sobald die Jungen fähig sind, Körner zu verdauen.

Legt man Tauben bereits angebrütete Eier unter und schlüpfen die Jungen dann zu früh, so gehen sie zugrunde, weil keine Kropfmilch zur Verfügung steht.

An den Jungvögeln beobachten wir die anders als bei den Hühnern verlaufende Gefiederentwicklung bis zum Ausfliegen und die später einsetzende Jugendmauser. Im Unterschied zu andern nesthockenden Vögeln, z. B. Singvögeln oder Wellensittichen, trägt die Lachtaube beim Schlüpfen bereits ein relativ dichtes, gelbes Dunenkleid. Die ersten Federanlagen treten deutlich sichtbar am 6. Tage nach dem Schlüpfen auf, die «Federfluren» werden von Tag zu Tag zahlreicher und deutlicher, und am 9. Tag ist der Körper der jungen Lachtaube fast gleichmäßig mit Federanlagen besetzt.

Nebst der Entwicklung des Gefieders verfolgen wir das Öffnen der Augen und Ohren, wir beobachten das verschiedene Wachstum von Ober- und Unterschnabel und halten alle Daten schriftlich fest.

#### Singvögel:

Die Entwicklung junger Singvögel mit einer Schulkasse im Freien zu beobachten, ist praktisch unmöglich. Die Eltern nehmen die dauernde Störung übel, die Entwicklung der Jungvögel ist gefährdet, und auf Annäherungen kurz vor dem Ausfliegen reagieren sie mit vorzeitiger Flucht aus dem Nest, was meistens den Tod der ganzen Brut zur Folge hat. Dieses Risiko dürfen wir nicht eingehen.

Im Kanarienvogel und im Zebrafinken haben wir jedoch zu Haustieren gewordene Singvögel, die zuverlässig brüten und Junge aufziehen und Störungen kaum übel nehmen. Zweckdienliche Käfige können selber gemacht werden, wobei eine genügend grosse Grundfläche wichtiger ist als eine grosse Höhe. Für den Zebrafinken darf die Maschenweite des Gitters nicht mehr als 10 mm betragen. In einem Käfig von 60 × 40 cm Grundfläche und 40 bis 50 cm Höhe schreiten Kanarien und Zebrafinken bald

einmal zur Brut. Ein Kastenkäfig, also nur auf der Vorderseite vergittert, ist besser als ein allseits offener Drahtkäfig.

(Fernsehhändler geben oft leere Fernsehempfängergehäuse gratis ab, aus ihnen lassen sich mit wenig Mühe gute Vogelkäfige bauen.) Kanarien bauen offene Nester in einem Nestkörbchen, Zebrafinken wünschen ein vorne halboffenes Kästchen, zur Not nisten sie auch in einem flach liegenden Wellensittichkasten. Kanarien verwenden wenig, Zebrafinken viel Nistmaterial (sie bauen im Kasten ein überdachtes Nest), geeignet sind Kokosfasern und Charpie, beides in Zoohandlungen erhältlich.

Beide Vogelarten beanspruchen ein in jeder Zoohandlung oder Drogerie käufliches Kanarien- oder Exotenfutter; sind Junge da, schätzen sie ebenfalls ein käufliches «Weichfutter». Beide Arten füttern ihre Jungen aus dem Kropf, sie sind zur Aufzucht nicht auf Insekten angewiesen. Die Anschaffungskosten sind unterschiedlich. Kanarienweibchen sind billig, Männchen relativ teuer, Zebrafinken sind billig, oft erhält man von einem Züchter ein Paar geschenkt. Bei den Kanarien kann das Sperren der Jungen im Nest gut beobachtet werden. Wir stellen fest, dass sie anfänglich senkrecht nach oben sperren (Schwerkraft) später sich jedoch deutlich dem Altvogel zuwenden.

Bei den Zebrafinken können wir das Füttern nicht beobachten; sobald jedoch die Jungen ausgeflogen sind, sehen wir das arttypische Betteln und den dunkel gefärbten Sperrachen. Wir hören auch ihren charakteristischen Bettelton, womit sie den Altvögeln zur Futterübergabe rufen.

Gut aufzuziehen sind junge Amseln, es ist jedoch eine zeitraubende Arbeit, zudem müssen sie auch am Sonntag jede halbe Stunde gefüttert werden!

Bei den nesthockenden Singvögeln weisen wir auf die Funktion des besonders gefärbten Sperrachens hin und zeichnen einige besonders auffällige Formen farbig an die Wandtafel. Die Entwicklung der Befiederung verläuft ähnlich wie bei der Lachtaube. Haben wir Gelegenheit, gleichzeitig eine Brut Wellensittiche aufzuziehen, oder deren Entwicklung bei einem Züchter zu verfolgen, so stellen wir fest, dass diese, in geschützten Höhlen aufwachsenden Vögel viel länger im Nest bleiben (etwa 35 Tage) als die im offenen Neste liegenden Kanarien. Auch die Brutzeit ist länger (im Mittel 18 Tage, Kanarien nur 11 Tage), und trotzdem sind die jungen Wellensittiche beim Schlüpfen nicht weiter entwickelt als junge Kana-

rien. Beim Wellensittich stossen wir auf eine weitere Eigentümlichkeit vieler Höhlenbrüter. Das Weibchen beginnt mit der Ablage des ersten Eies zu brüten, deshalb schlüpfen die Jungen in entsprechenden Abständen. Sind sechs oder noch mehr Eier vorhanden, so ist der Altersunterschied zwischen dem erstge-schlüpften und dem zuletzt geschlüpften Vogel recht beträchtlich. Singvögel jedoch beginnen erst nach der Ablage des letzten Eies mit dem Brüten, so dass alle Jungvögel praktisch zur selben Stunde flügge werden. Kanarien beginnen oft mit dem ersten Ei zu brüten (Domestikationserscheinung). In solchen Fällen muss man die Eier entfernen und durch ein künstliches Ei ersetzen, bis das volle Gelege da ist.

Gewichtskontrollen mit einer Briefwaage zeigen überzeugend das rasche Wachstum eines jungen Singvogels. Die erhaltenen Werte rechnen wir in Prozente des Adultgewichtes um und erstellen nachher auf Millimeterpapier die Wachstumskurven. Der Vergleich mit den Kurven der Nestflüchter zeigt anschaulich das viel raschere Wachstum des offen brütenden Nesthockers.

Das rasche Wachstum braucht grosse Mengen Nahrung. Die Schüler melden, wo sie fütternde Altvögel entdeckt haben (Stare, Meisen, Rotschwänzchen, Amseln, Sperlinge, Schwalben). In Gruppen zu zwei oder drei werden sie nun eingesetzt und zählen zu verschiedenen Tageszeiten die Anflüge der Altvögel während einer Stunde. Wir rechnen nachher die Anflüge pro Tag aus und stellen entsprechende Tabellen zusammen.

#### Ergebnisse der Zählungen

Vogelart	in 1 Stunde	im Tag
Kohlmeise		
Kasten 1	21 mal	294 mal
Kasten 2	55 mal	770 mal
Blaumeise	33 mal	462 mal
Hausrotschwanz		
Nest 1	20 mal	280 mal
Nest 2	22 mal	308 mal
Gartenrotschwanz	28 mal	392 mal
Hausspatz		
Nest 1	48 mal	672 mal
Nest 2	24 mal	336 mal
Nest 3	25 mal	350 mal
Grauer Fliegenschnäpper	14 mal	196 mal
Amsel	20 mal	280 mal
Star		
Kasten 1	16 mal	224 mal
Kasten 2	18 mal	252 mal
Kasten 3	17 mal	238 mal

Mehlschwalbe		
Nest 1	38 mal	532 mal
Nest 2	28 mal	392 mal
Nest 3	32 mal	448 mal
Nest 4	23 mal	322 mal
Rauchschwalbe		
Nest 1	45 mal	630 mal
Nest 2	36 mal	504 mal
Mauersegler	6 mal	84 mal

Gezählt wurde während je einer Stunde am Vormittag und einer Stunde am Nachmittag, nachher der Durchschnitt genommen und mal 14 Stunden gerechnet.

Die erhaltenen Resultate sind sicher nicht unbedingt repräsentativ, die Fehlerquellen bei Zählungen durch Schüler sind zu gross. Aber abgesehen von den Fehlern, ergeben die Resultate doch einen Begriff von der «Arbeitsleistung» eines Vogelpaares, das Junge aufzieht.

Sehr deutlich wird auch der Unterschied zwischen dem Mauersegler und den Singvögeln. Der Mauersegler sammelt einen Futterballen im Kehlsack, die Singvögel fliegen mit kleinen Portionen zum Nest. Einigermassen deutlich wird auch, dass die kleinen Vögel häufiger füttern als z. B. der grössere Star.

Ohne auf Nützlichkeit hinzuweisen, haben wir versucht, uns ein Bild darüber zu machen, wieviel Nahrung da pro Tag umgesetzt wird.

Meisen füttern etwa fünfhundertmal im Tag. Wenn sie jedesmal zwei Räupchen bringen, so gibt das im Tag 1000 Raupen und während der ganzen Nestzeit rund 15 000 Raupen.

Stare füttern rund 230 mal im Tag. Wenn sie jedesmal 2 Engerlinge bringen, so gibt das im Tag 460 Engerlinge und während der dreiwöchigen Nestzeit 9200.

Der Mauersegler fliegt im Tag 80 mal zum Nest. Sein Futterballen kann 200 und mehr Insekten enthalten.

Eine Meise braucht jeden Tag ihr eigenes Körpergewicht an Nahrung.

Genaue Zählungen ergaben:

Drei Tannenmeisen verzehrten täglich 9000 Nonneneier oder 10 000 Eier des Ringelspinners. Zwei Kohlmeisen vertilgten in 12 Stunden 187 Raupen des Ringelspinners und drei Blaumeisen brachten es auf 500 Raupen des Kiefer-spinners.

#### Nestflüchter

Wer das Zusammenspiel in einer Nestflüchterfamilie im Schulzimmer beobachten möchte, der findet in der *Chinesischen Zwerghwachtel* dankbare Versuchstiere.

In einem «Laufgitter» von 1 m × 1 m Bodenfläche und etwa 50–60 cm Höhe schreiten sie zur Brut. Der Käfig muss jedoch überdacht werden. Vorsicht beim Öffnen, Wachteln sind «Senkrechtstarten»! Sie benötigen unbedingt einen Schlupfwinkel aus Gräsern (dürig oder grün), Farn oder andern Pflanzen. In flachen Eternitschalen kann man eine nette Bepflanzung anlegen.

Ohne einen solchen Schutz schreiten sie nicht zur Brut. Junge Zwerghwachteln sind nicht grösser als eine Hummel, das Drahtgeflecht darf deshalb nicht mehr 10 mm Maschenweite haben, lieber noch weniger. Zur Aufzucht dient ein gewöhnliches Kükenaufzuchtfutter, wie wir es in jeder Futtermittelhandlung erhalten, dazu etwas Goldhirse, Vogelmiere, ab und zu werden Puppen von Gartenamen-sen gerne angenommen. Wir können bei dieser Nestflüchterfamilie das «Hudern», d. h. das Wärmen der Kücken, das Führen der Jungen durch Vater und Mutter, das Vorlegen des Futters durch die Altvögel und den dazu verwendeten Lockton, das allmähliche Selbständigenwerden der Jungen über längere Zeit beobachten.

Die japanischen Wachteln (eine Zuchtf orm der europäischen Wachtel), sind halbdomestizierte Wachteln, sie legen wohl dauernd Eier, brüten aber selten zuverlässig. Sie sind für unsere Zwecke, obwohl ordentlich grösser als die Chinawachteln, ungeeignet.

Die besondere Art der Gefiederentwicklung können wir bei der Zwerghwachtel nicht verfolgen, sie ist zu klein. Dazu dienen uns wildfarbige Zwerghühner oder Jagdfasane. Bruteier sind im Frühjahr stets zu haben. Am besten lassen wir die Eier durch eine Zwerghuhnhenne bebrüten oder geben sie in eine Lohnbrüterei. Die Brutzeit beträgt für das Zwerghuhn 20, für den Fasan 26 bis 30 Tage.

#### Kopfzeichnungen bei Nestflüchtern

Über die Funktion der artspezifischen Kopfzeichnung vieler Nestflüchter wissen wir recht wenig. Sie sind aber derart auffallend und auch bei nahen Verwandten, obschon den gleichen Grundmuster folgend, doch wiederum so eindeutig verschieden (siehe Raufussföhner Abb. 1), dass sich die Annahme, es komme ihnen irgendeine Signalfunktion zu, geradezu aufdrängt.

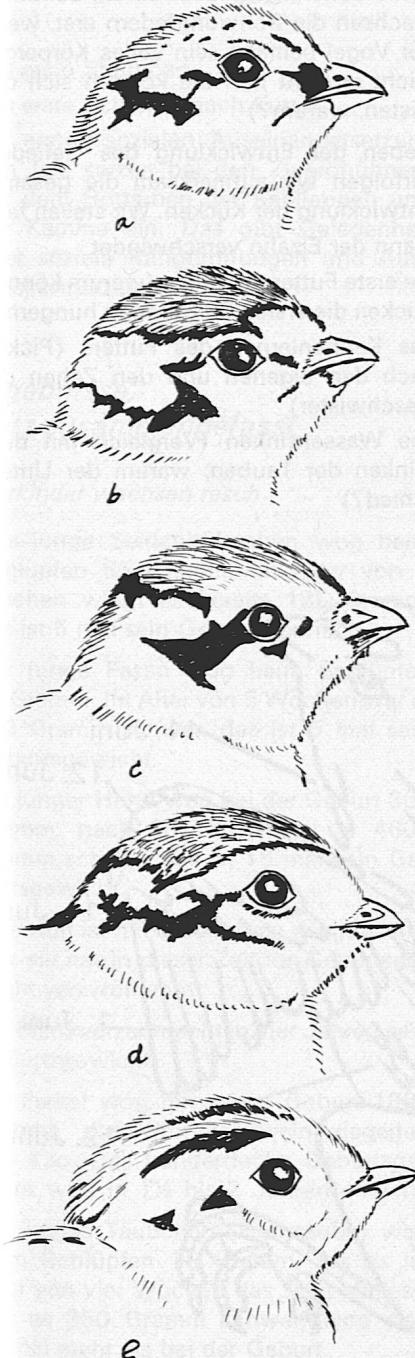
Versuche in dieser Beziehung liegen mein Wissens nicht vor; ausgenommen die Erfahrung vieler Zwerghgeflügelzüchter, die wissen, dass eine noch relativ instinktivere Henne der wildfarbigen deutschen Zwerge Küken tötet, wenn sie nicht das arteigene Kopfmuster aufweisen. Sind jedoch alle Küken nicht auffärbt, so nimmt die Henne sie in den meisten Fällen an; fällt aber unter einer Schar

wildfarbiger Küken eines mit einem «falschen» Kopfmuster auf, so wird es in der Regel von der Henne getötet.

Auffallend ist auch, dass bei vielen Hühnerrassen, die im Endgefieder keine Merkmale der ursprünglichen Wildfarbe mehr aufweisen (z. B. gestreifte Italiener, Plymouth oder Wyandotten) als Küken immer noch die Kopfzeichnung des wilden Bankivahuhnes deutlich erkennen lassen. Auch wenn die Farbe vielleicht nicht mehr stimmt (sehr dunkel oder sehr hell geworden ist), das Zeichnungsmuster ist geblieben.

Das sind nun freilich keine Beweise, aber doch Hinweise darauf, dass dem artspezifischen Kopfmuster als Auslöser elterlicher Pflegehandlungen Bedeutung zukommt.

Abb. 1



Kopfmuster einheimischer Rauhfussküken und des Fasans (*Ph. colchicus*) (nach C. Harrison), Abb. 1:

a) Auerhuhn

Kopf gelblichbraun, im Nacken röthlichbraun getönt, kleine schwarze Flecken, die auf dem Scheitel, in der Zügelgegend und über den Augen deutlich hervortreten.

b) Birkhuhn

Auf der Kopfoberseite dunkelgerandeter, röthlichbrauner Fleck, schwarze Zeichnung in der Zügelgegend, hinter den Augen und Ohrendecken, Kopfseiten gelbbraun mit orangefarbener Tönung.

c) Haselhuhn

Nacken und Kopfseiten gelb, Scheitel röthlichbraun, schwarzer Streifen um das Auge mit Fortsetzung zum Nacken, schwarzer Flecken in der Zügelgegend.

d) Alpenschneehuhn

Rautenförmiger, dunkelumrandeter, kastanienbrauner Scheitelfleck, deutlich schwarze Zeichnung an den Kopfseiten, helle Stellen ockerfarbig.

e) Fasan

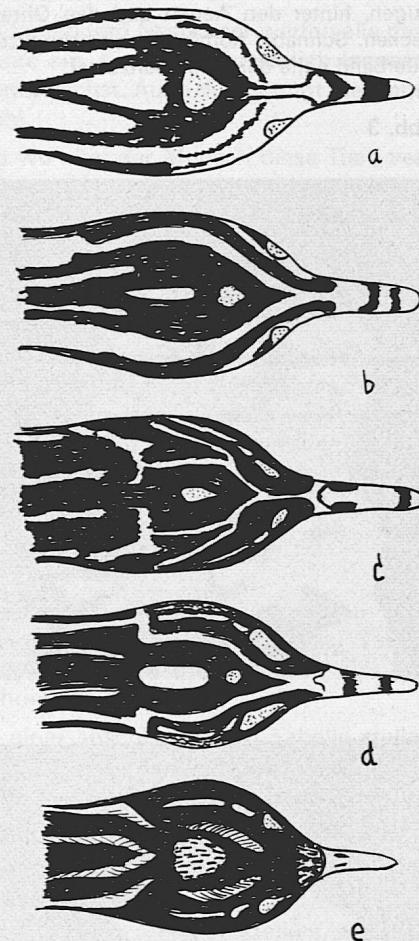
(Die bei uns vorkommenden Jagdfasane sind durchwegs Mischformen.)

Die Grundfarbe variiert von rahmgelb bis rostbräunlich, die dunklen Abzeichen von dunkelbraun bis röthlichbraun. Zeichnungsmuster: Dunkle Abzeichen hinter den Augen, schmäler, dunkler Überaugenstreif, im Nacken dunkel eingefasster, rotbrauner Streifen, Scheitel dunkler als die Kopfseiten.

Unterdessen bereiten wir in einem Aquarium oder Terrarium einen behelfsmässigen Brutkasten vor, in dem wir mit einer Heizschlange oder einer Infrarotlampe eine DauerTemperatur von 40–41° C erzeugen. Kurz vor dem Schlüpfen holen wir die Eier in diesen Brutkasten, und mit einem Glück können wir jetzt das Schlüpfen der Küken beobachten. In der 1. und 2. Lebenswoche benötigen die Küken eine Temperatur von 30–32° C, wir senken dann wochenweise um etwa zwei Grad; von der 5. Woche weg bis zur vollen Befiedierung halten wir die Temperatur auf rund 23° C. Sind die Küken voll befiedert, entfernen wir die Heizung. Als Aufzuchtfutter dient ein im Handel erhältliches Kükenaufzuchtfutter, für Fasane ein Fasanenaufzuchtfutter, dazu kommt jeden Tag etwas frisches Grünzeug (Vogelmiere). Bei den frisch geschlüpften Huhn- und Fasanenküken beachten wir genau das Zeichnungsmuster und versuchen es zeichnerisch festzuhalten. Es ist eine Kombination von Tarn- und Kennmuster. Die Körperzeichnung folgt in grossen Zügen dem gleichen Muster, wie wir es beim Tarnmuster des jungen Rehs sehen (Tarnmuster), die

Kopfzeichnung ist aber bei Fasan und Huhn ganz verschieden (Kennmuster). Diese Kopfmuster der Küken sind Signale, die auf den Altvogel wirken; es gibt noch heute Zwerghuhnhennen, die ein Küken töten, wenn es ein von der Norm abweichendes Kopfmuster trägt.

Abb. 2



Kopfzeichnungen junger Lappentaucher von oben gesehen. Die punktierten Flächen sind nackte Hautstellen. Die Zeichnung kann innerhalb der Art in der unteren Gesichtshälfte variieren, auf der Kopfoberseite ist sie artspezifisch. (Nach Harrison, Jungvögel, Eier und Nester, 1975.)

a) Haubentaucher

Schwarzweiss gestreift mit rotem Fleck zwischen Schnabel und Auge und dreieckigem rotem Fleck auf dem Scheitel, Schnabel weiss mit zwei dunklen Bändern.

b) Rothalstaucher

Zeichnung mehr bräunlich und schmutzig weiss. Scharlachrote Flecken zwischen Schnabel und Augen und auf dem Scheitel. Schnabel rostfarbig mit zwei schwarzen Streifen.

c) Schwarzhalsstaucher

Kopfzeichnung dunkel und verwaschen, Scheitelfleck dunkelrot, Zügelflecken blassrot,

Streifenzeichnung grau. Schnabel fleischfarbig oder grau mit zwei dunklen Bändern, Schnabelspitze weiß.

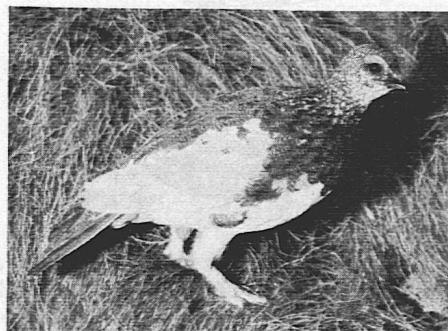
d) Ohrentaucher

Helle Streifen blass rötlichbraun, dunkle Zeichnung annähernd schwarz, nackte Stellen zartrosa, Schnabel blassrot mit zwei schwarzen Streifen.

e) Zwergtaucher

Stirn grau, Hinterkopf schwarzbraun, bräunliche bis orangefarbene Streifen über den Augen, hinter den Augen und den Ohrendecken. Schnabel hornfarbig mit schwarzem Querband nahe der Schnabelwurzel.

Abb. 3



Alpenschneehuhn

Die Kopfzeichnung des adulten Vogels folgt einem völlig andern Muster als diejenige des Jungvogels. Bei der Befiederung des Jungvogels spriessen die Kopffedern als letzte, das Zeichnungsmuster am Kopf bleibt relativ lange erhalten.

Es ist hier der Ort, mit den Schülern über die verschiedenen Formen zu sprechen, wie Vogelettern ihre Kinder erkennen und umgekehrt die Kinder ihre Eltern, es kann hier auf die sogenannte Prägung im Lorenzschen Sinne hingewiesen werden.

Es gibt – beim Menschen und beim Tier – Phasen mit besonderer Lernfähigkeit. Diese Phasen können extrem kurz sein.

Lorenz machte die Erfahrung, dass junge Graugänse dem ersten Lebewesen, das sie nach dem Schlüpfen erblicken, nachfolgen. Im Normalfall ist das die alte Graugans. Werden jedoch Graugänse im Brutkasten ausgebrütet, so folgen sie dem Menschen. Sind sie einmal den Adoptiveltern gefolgt, so kann man sie nicht mehr einer Gans unterschieben. Dieser lebenswichtige Lernakt geschieht buchstäblich «auf den ersten Blick». Lorenz hat dafür den Begriff der Prägung gesetzt. Er hält sie für irreversibel. Dieser Prägungsvorgang ist jedoch später von andern Forschern wieder angezweifelt worden, fest steht jedoch, dass es sich hier um einen extrem kurzen Lernakt handelt, dessen Inhalt nachher offenbar nicht mehr vergessen werden kann.

Am Fasan – und am Haushuhnküken verfolgen wir nun die Entwicklung des Gefieders (Abb. 4). Am Körper erfolgt sie von Befiederungszentren aus, die sich immer weiter ausdehnen. Wir halten schriftlich fest, wann die Schulterfedern spriessen, wann die Flügeldecken, wann die Brustfedern, wann die Schenkelfedern usw.

Wir stellen fest, dass die Befiederung auf der Körperoberseite rascher fortschreitet als auf der Körperunterseite. Ein ganz besonderes Augenmerk richten wir auf die Entwicklung des Grossgefieders, also auf Schwung- und Schwanzfedern. Sie sind bei diesen Nestflüchtern bereits wenige Stunden nach der Geburt deut-

lich sichtbar. Der junge Fasan kann schon am 10. Lebenstag fliegen. Die Größe seiner Flügelchen ist der Körpergröße angepasst. Der Fasan wächst aber weiter, einmal fertige Federn wachsen aber nicht mehr. Wenn der Fasan flugtückig bleiben soll, und das ist für ihn lebenswichtig, dann muss der Flügel mit dem zunehmenden Körpergewicht Schritt halten. Von der 3. Lebenswoche an werden nun die Schwungfedern allmählich ersetzt (Abb. 5). Diese *Schwingenmauer*, beginnt beim Fasan mit der 8., beim Zwerguhn mit der 9. Handschwinge. Immer fallen an beiden Flügeln die entsprechenden Federn zur gleichen Zeit aus. So wächst der Flügel mit dem Vogel, nur die erste Handschwinge bleibt ein Jahr lang stehen. (Enten und Taucher machen keine Schwingenmauer durch, bei ihnen wachsen die Schwungfedern erst, wenn der Vogel beinahe sein volles Körpergewicht erreicht hat. Sie können sich das leisten, warum?)

Neben der Entwicklung des Gefieders verfolgen wir aufmerksam die gesamte Entwicklung der Kücken. Wir stellen fest: wann der Eizahn verschwindet

die erste Futteraufnahme (warum können Kücken die ersten 36 Stunden hungrig?)

das Kennenlernen des Futters (Picken nach den eigenen und den Zehen der Geschwister)

das Wassertrinken (Vergleich mit dem Trinken der Tauben, warum der Unterschied?)

Abb. 4

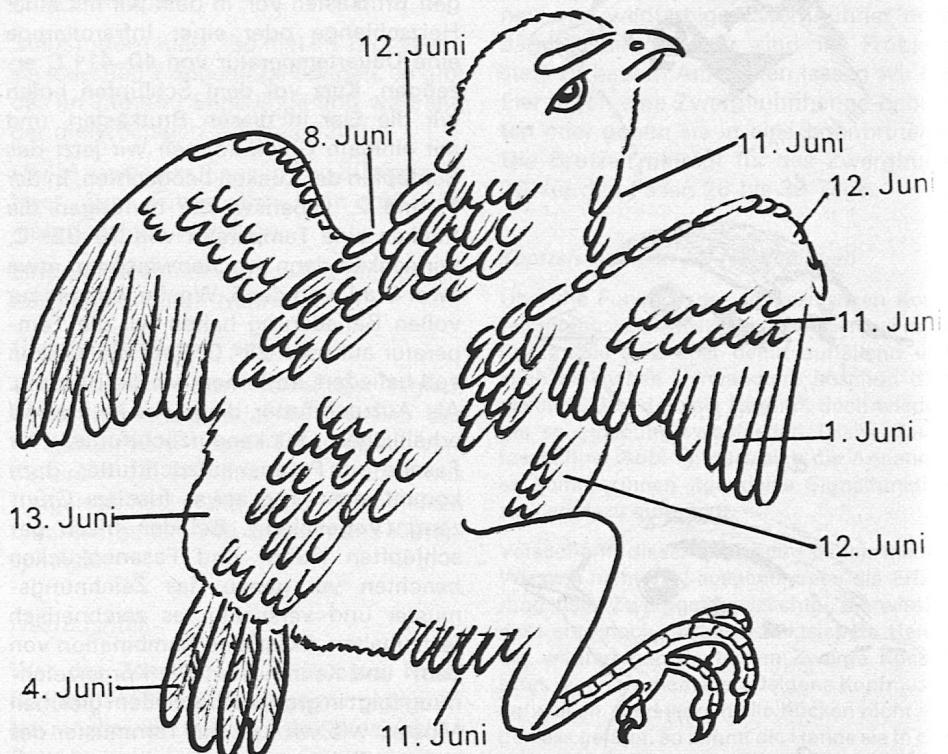
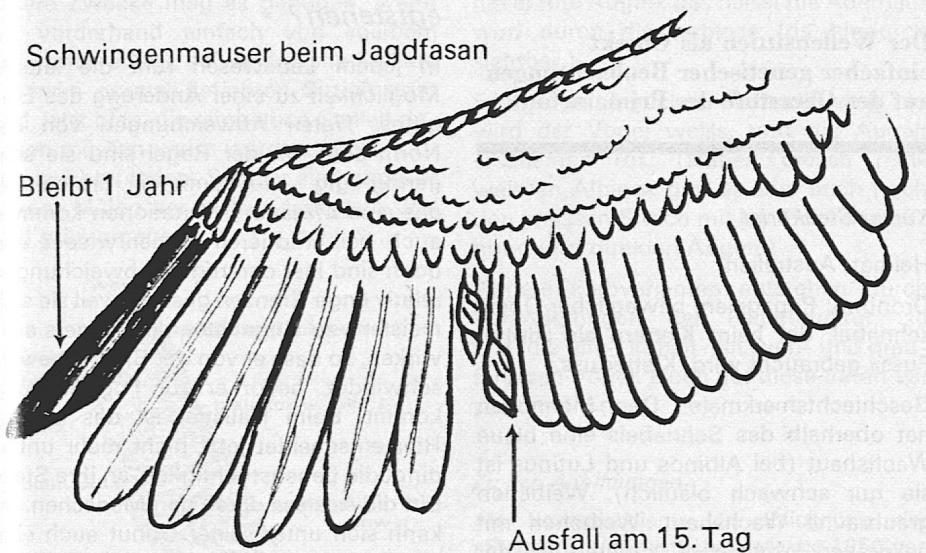


Abb. 5

### Schwingenmauser beim Jagdfasan



das erste Staubbad

das erste Scharren nach Futter

die ersten sozialen Auseinandersetzungen (sie setzen bei den Zwerghühnern mit dem Rotfärbeln der Kehllappen und der Kämme ein. Das gibt Gelegenheit über soziale Rangordnungen und Ausdrucksstrukturen zu reden).

### Ergebnisse, kurz zusammengefasst

#### Tierkinder wachsen rasch

Das junge Seidenhähnchen wog beim Schlüpfen 35 Gramm. Im Alter von 5 Wochen wiegt es bereits 185 Gramm, das ist 5 mal sein Geburtsgewicht.

Der junge Fasan wog beim Schlüpfen 25 Gramm. Im Alter von 5 Wochen war er 133 Gramm schwer, das ist 5 mal sein Geburtsgewicht.

Ein junger Hund wog bei der Geburt 300 Gramm, nach 60 Tagen war er 4600 Gramm schwer, das ist 15 mal sein Geburtsgewicht.

Eine Kuh ist mit drei Jahren ausgewachsen, sie hat in dieser Zeit ihr Geburtsgewicht verzwölffacht.

Ein Pferd verzehnfacht in vier Jahren sein Geburtsgewicht.

Ein Ferkel wog bei seiner Geburt 1800 Gramm, das Mutterschwein dagegen 180 Kilo. Das hundertfache Geburtsgewicht wird in 1½ bis 2 Jahren erreicht.

Ein junges Täubchen (Hautstaube) wog beim Schlüpfen 15 Gramm. Als es im Alter von vier Wochen das Nest verliess, war es 350 Gramm schwer, wog also 23 mal mehr als bei der Geburt.

Ein junger Walfisch wächst in einem Monat 1 Meter.

Ein Elefant ist mit 14 Jahren erwachsen; der Gorilla, der bis 200 Kilo schwer werden kann, braucht dazu 7 Jahre.

Und der Mensch?

#### Viel Gefahr – kurze Nestzeit

Im offenen Nest aufwachsende Amseln verlassen mit 11 Tagen das Nest; die im Schutze des gemauerten Nestes aufwachsenden Schwalben bleiben jedoch drei Wochen im Nest.

Der grosse, wehrhafte Uhu kann sich eine Nestzeit von über 50 Tagen leisten, der Adler gar braucht 80 Tage, bis er ausfliegt.

#### Viele Feinde – viele Nachkommen, wenig Feinde – wenig Nachkommen

Frösche und Fische legen hunderte oder gar tausende von Eiern, davon entwickeln sich aber nur ganz wenige bis zum erwachsenen Tier.

Kleine wehrlose Nager (Mäuse, Kaninchen) haben viele Feinde, aber auch viele Kinder.

Meisen brüten bis dreimal im Jahr und ziehen jedesmal zehn und mehr Kinder auf. Der Adler brütet nicht jedes Jahr, und wenn er brütet, so verlässt in der Regel nur ein Jungtier das Nest.

Die grossen, wehrhaften Raubtiere haben wenig Jungen: eine Löwin alle zwei bis drei Jahre zwei bis drei Jungen, eine Tigerrin ebenfalls; die Bärin hat jedes Jahr ein bis drei Jungen.

Die raschen, flüchtigen Huftiere entziehen sich ihren Feinden durch rasche Flucht. Sie leben zudem meistens in

Herden, so dass immer mehrere da sind, die eine Gefahr wahrnehmen können. Sie haben durchschnittlich jedes Jahr ein einziges Jungtier.

Ähnlich ist es bei den Affen. Sie leben in Familien oder Horden. Bei Gefahr decken die alten, starken und wehrhaften Männchen den Rückzug der Horde. Zwillinge sind bei den Affen sehr selten. Alle paar Jahr ein Nachkomme genügt, um die Art zu erhalten.

Elefanten und Nashörner werfen alle paar Jahre ein Junges, das ziemlich langsam heranwächst. Auch hier genügt die kleine Zahl.

Da wo aber der Mensch diese Tiere verfolgt, sterben sie aus, weil jetzt die kleine Zahl von Nachkommen nicht mehr ausreicht, um die Art zu erhalten.

#### Weitere methodische Hinweise

Sobald eine Beobachtungsserie angegangen ist, muss der Stundenplan darauf eingestellt werden. Die Entwicklung läuft rasch. Alle Beobachtungen werden vorläufig schriftlich festgehalten.

Nach Abschluss der Beobachtungen ordnen wir das Material und stellen es thematisch zusammen.

Skizzen oder auch fotografische Aufnahmen, grafische Darstellungen (Wachstumskurven) veranschaulichen das geschriebene Wort.

In einer abschliessenden Tabelle stellen wir nun die Merkmale der Nestflüchter und Nesthocker einander gegenüber.

Das Auswerten des Beobachtungsmaterials stellt viele Nebenfragen (oder Hauptfragen!), z. B.

Warum haben junge Säugetiere, wie etwa die Rehe, wohl ein Tarnmuster aber kein Kennmuster, wie die jungen Fasane, Hühnchen und Enten?

Welche Zusammenhänge bestehen zwischen Tragzeit und Entwicklungsgrad der Jungen?

Welche Beziehungen bestehen zwischen Dauer der Nestlingszeit und der Gefährdung durch Feinde?

Gibt es Beziehungen zwischen der Zahl der Nachkommen und den Gefahren der Umwelt?

Auf welche Weise begegnet eine Art diesen Gefahren?

Und nicht zuletzt mag sich die Frage stellen, wo denn wir Menschen im Hinblick auf unseren Geburtszustand stehen: Sind wir Nesthocker? Sind wir Nestflüchter? Oder keines von beiden?

Je mehr Fragen offen bleiben, desto wertvoller waren die Naturkundestunden.

## Genetische Fragen im Unterricht der Primarschule

Über Vererbung wird heute mehr denn je geschrieben und geredet, oft mit klar durchschaubaren politischen Hintergründen.

Daran, dass unsere äussere Gestalt von Erbfaktoren bestimmt wird, zweifelt wohl kaum mehr jemand; dass aber auch unserer geistigen Entwicklung vom Erbgut her Grenzen gesetzt sind, daran wird heute gerüttelt. Dem Biologen ist solches unerklärlich, er meint, die Tatsachen, von der Forschung gesicherte Tatsachen, würden da eine deutliche Sprache reden. Aber was man nicht wahrhaben will, das darf eben häufig nicht wahr sein; grotesk wird diese Haltung jedoch dann, wenn sie sich gar mit dem Mäntelchen der Wissenschaft drapiert, einer Wissenschaft, die nicht Wissenschaft sein kann, weil sie sich nicht auf Wissen, sondern auf Hypothesen abstützt. Doch darüber ist hier nicht zu diskutieren, es soll damit nur ange deutet werden, dass heute auch der viel zitierte «Mann auf der Strasse» immer wieder mit derartigen Problemen konfrontiert wird, mit Problemen, die unsere Väter und Mütter noch kaum kümmerten.

In unzähligen Gesprächen anlässlich von Vorträgen und Kursen vor Kleintierzüchtern aller Sparten habe ich immer wieder feststellen müssen, dass die wenigsten während ihrer Schulzeit jemals von Vererbungswissenschaft überhaupt etwas gehört hatten, und was eigentlich schlimmer war als Nichtwissen, dass sie oft ganz merkwürdige, mittelalterliche Ansichten äusserten und diese offenbar als gesicherte Tatsachen hinnahmen. Eines dieser unausrottbaren Ammenmärchen ist die sogenannte Telegonie<sup>1</sup>, die nur als Beispiel erwähnt, über die aber hier nicht gesprochen werden soll.

So scheint es mir nicht ganz nutzlos zu sein, wenn wir auch in der Primarschule im Anschluss an die «Menschenkunde» im 8. Schuljahr, auf dem Gebiet der Vererbungslehre einige klare Begriffe schaffen.

<sup>1</sup> Telegonie: Wissenschaftlich nicht haltbare Annahme, dass ein rassereines Weibchen nach einer einmaligen Begattung durch ein rasselfremdes Männchen auch in späteren Geburten keine rassereinen Nachkommen hervorbringen kann.

## Der Wellensittich als Objekt einfacher genetischer Beobachtungen auf der Oberstufe der Primarschule

### Kurzer Steckbrief

Heimat: Australien.

Ordnung: Papageien, beweglicher Oberschnabel, der beim Klettern als «dritter Fuss» gebraucht wird, Kletterfuss.

Geschlechtsmerkmale: Das Männchen hat oberhalb des Schnabels eine blaue Wachshaut (bei Albinos und Lutinos ist sie nur schwach bläulich), Weibchen graubraune Wachshaut. Weibchen mit hellgrauer Wachshaut züchten in der Regel nicht mehr.

Domestikation: 1840 brachte John Gould die ersten Wellensittiche aus Australien nach England. Schon 1850 gelang im Zoologischen Garten von Antwerpen die Zucht; erster Zuchterfolg in Deutschland 1855, seither in Millionen gezüchtet.

### Rassen

Ein Merkmal der fortgeschrittenen Domestikation eines Tieres ist stets der Zerfall der Einheitlichkeit der Art, und zwar morphologisch (Skelett, Haar- und Federstruktur, Farben und Farbverteilung) und psychologisch (verhaltensmäßig).

Während sich alle Angehörigen einer Wildtierart in ihrer äusseren Gestalt und in ihrem Verhalten annähernd gleich sind, zeichnen sich die domestizierten Tiere durch eine bunte Mannigfaltigkeit von Rassen und Unterrassen aus, die sich in Grösse, Haar- bzw. Federfarbe und Struktur, Skelettbau, Muskulatur, Haut und Verhalten von einander unterscheiden.

Vorerst verändern sich in Gefangenschaft gezüchtete Wildtiere kaum. Dann aber treten plötzlich – nach etwa 30 Generationen – die Mutationen gehäuft auf. Bei einem Tier mit rascher Generationenfolge, wie eben beim Wellensittich, geht das recht schnell.

So erscheint bereits 1872 in Belgien der erste gelbe, 1878 der erste reinblaue, 1917 der erste reinweisse, 1934 kommt die erste Opal-Mutante, bei der die Wellenzeichnung verändert wird, 1940 tauchen die ersten Schecken (Harlekin) auf, und seither erscheinen, durch Kreuzungen der bereits angeführten Mutanten, immer wieder neue Farben und Zeichnungsmuster, und die Möglichkeiten sind jedenfalls noch nicht völlig ausgeschöpft.

## Wie konnten diese Rassen entstehen?

In jedem Lebewesen ruht die latente Möglichkeit zu einer Änderung des Erbgutes. Treten Abweichungen von der Norm auf – in der Regel sind sie sehr geringfügig – so nennt der Erforscher das eine *Mutation*. Mutationen kommen auch bei Wildtieren immer wieder vor, doch sind hier derartigen Abweichungen relativ enge Grenzen gesetzt, weil sie sich meistens zu Ungunsten des Trägers auswirken, so dass er von der Bildfläche verschwindet, bevor er zur Fortpflanzung kommt. Beim Haustier ist das anders. Hier entscheidet jetzt nicht mehr unbedingt die Lebenstüchtigkeit, an ihre Stelle tritt die Auslese durch den Menschen. So kann sich unter seiner Obhut auch eine für die Art ungeeignete, ja sogar lebensfeindliche Mutation erhalten und fortpflanzen. Dabei zeigt sich eine gewisse Regel insofern, als da, wo die Wirtschaftlichkeit eines Haustieres im Vordergrund steht, die Zahl der Rassen klein ist und heute sogar immer mehr reduziert wird, während da, wo ästhetische Gesichtspunkte im Vordergrund stehen, die Rassenvielfalt sehr weit getrieben wird. Der Wellensittich, bei dem immer wieder neue Farbvarianten auftreten, ist ein schönes Beispiel dafür.

Die sichtbaren Auswirkungen einer Mutation im Erbgut können wir Schülern kaum anderswo so augenfällig zeigen, wie am Wellensittich.

Die *Wildform* ist der sogenannte hellgrüne Sittich, der sich auch unter den domestizierten Vögeln bis heute erhalten hat. Er ist freilich nicht einfach «grün», sondern weist ein ganz bestimmtes, recht kompliziertes Färbungsmuster auf, das wir vielleicht zeichnerisch festhalten (Abb.1).

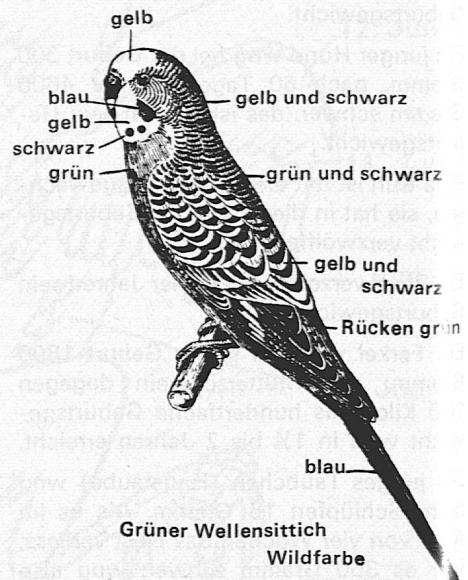


Abb. 1

Fällt nun der gelbe Farbstoff aus (für unsere Zwecke mag es genügen, wenn wir vorderhand einfach von «gelbem Farbstoff» reden), so werden alle Stellen, die beim normal gefärbten Sittich grün sind, jetzt blau, die reingelben Stellen dagegen müssen weiss werden (Abb. 1a). Das leuchtet jedem Schüler ein, zumal er ja vom Malen her weißt, dass gelb und blau grün ergeben.

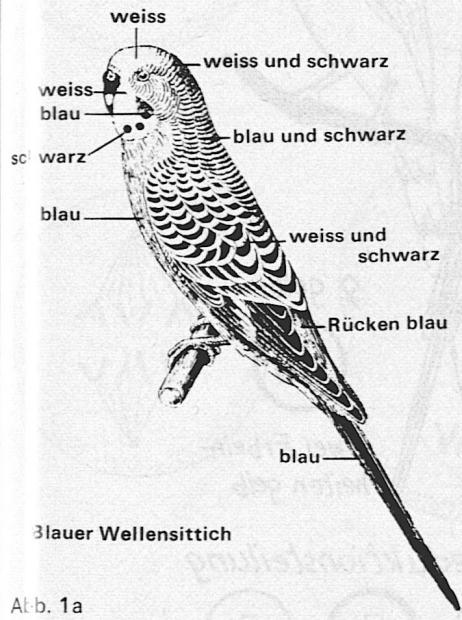


Abb. 1a

Fällt dagegen der blaue Farbstoff aus, so werden die beim wildfarbenen Vogel grünen Stellen jetzt gelb, die ursprünglich gelben Stellen bleiben gelb, die blauen jedoch werden weiss (bei nicht vollständigem Wegfall bläulich-weiss). Auch die dunkle Wellenzeichnung verblasst bei diesen Vögeln zur «Geisterzeichnung» (Abb. 1b). (Ein Sonderfall ist der «Lutino», der ausser dem gelben Farbstoff alle andern Farbstoffe verloren hat. Bei ihm

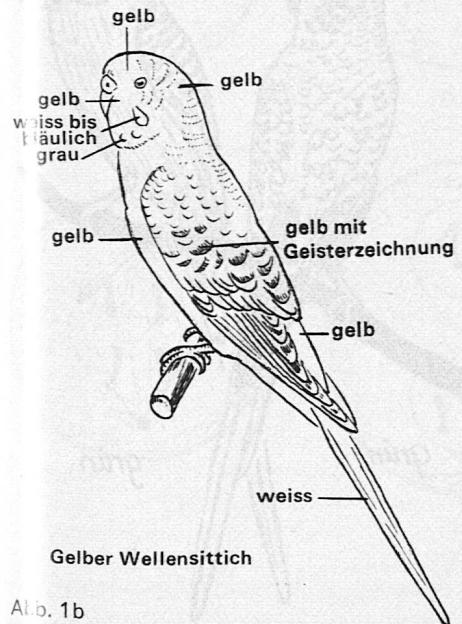


Abb. 1b

fehlt die Geisterzeichnung, und zudem hat er rote Augen, das heisst die Aderhaut wird durch die farblose Iris hindurch sichtbar.)

Fällt sogar jeglicher Farbstoff weg, so wird der Vogel weiss, und die Augen erscheinen rot. (Neben diesen reinweissen Albinos gibt es aber auch noch den weissen Sittich mit der Geisterzeichnung und dunklen Augen.)

Andere Farbvarianten entstehen durch Veränderungen der Federstruktur, so z. B. die oliv-, kobalt-, malven- und graufarbigen Vögel. Doch auf diese treten wir gar nicht ein.

#### Zu den Abbildungen

Als Vorlage diente die Zeichnung des «Standard-Wellensittichs», wie sie 1950 von Prof. Dr. H. Steiner aufgestellt worden ist.

Es stellte sich die Frage, ob es sinnvoll ist, diese Zeichnungen in die «Schulpraxis» aufzunehmen, bieten sie doch nur das, was aus jedem populär-wissenschaftlichen Buch über Genetik zu entnehmen ist. Ob sich die dargestellten Erbgänge auf Mendels Erbsen und rot und weissen Wunderblumen, auf Kaninchen oder Rindvieh beziehen, kommt im Endeffekt auf dasselbe heraus. Mit Wunderblumen und Erbsen können wir aber im Unterricht nicht operieren, mit Kaninchen ebenfalls nicht gut, dagegen sind Wellensittiche leicht zu beschaffende und leicht zu haltende Versuchstiere. Wenn wir aber von Sittichen reden, dann sollen wir die Ergebnisse auch an Sittichen darstellen und nicht an Wunderblumen.

Die Meinung ist, dass beim heutigen Format der «Schulpraxis» der Lehrer die schematischen Skizzen direkt daraus kopieren und sie den Schülern als Arbeitsblätter in die Hand drücken kann.

Lächerliche Frage, hat doch jeder Mensch sein Gesicht, ein Gesicht, das nur ihm und keinem andern gehört, ausgenommen wäre einziger Fall, wenn wir eineige Zwillinge in der Klasse hätten. Woher aber kommt es, dass wohl alle dreissig Schüler im Wesentlichen einander doch sehr gleichen (es sind ja alles Menschen), in Einzelheiten aber dennoch so verschieden sind?

Woher kommt es, dass Franz so sehr seinem Vater, Käthi jedoch mehr ihrer Mutter gleicht?

Wieso sagt Tante Marie: «Die Nase hast du von deiner Grossmutter, aber den Mund von deinem Vater?» Vielleicht helfen uns da unsere Wellensittiche bei der Lösung dieser Fragen.

Paaren wir einen blauen und einen gelben Wellensittich mit Geisterzeichnung miteinander<sup>2</sup>.

Die Nachkommen dieses Paars sind alle grün. Die beiden Farben Blau und Gelb haben sich wieder gemischt, aber wie haben wir das zu verstehen?

#### Gregor Mendel, seiner Zeit weit voraus

Am 8. Februar 1865 hielt in Brünn der Augustiner-Pater Gregor Mendel einen Vortrag, in dem er von seinen Forschungen im Klostergarten berichtete. Mendel hatte hier seit Jahren interessante Versuche mit Erbsen gemacht.

Er zog rotblühende und weissblühende Erbsen. Dann bestäubte er die Blüten der weissen Erbsen mit dem Blütenstaub der

<sup>2</sup> Der Versuch lässt sich leicht durchführen. Wellensittiche sind leicht zu beschaffen. Sie züchten zuverlässig im Käfig, sofern dieser eine Bodenfläche von mindestens 80 × 40 cm und eine Höhe von 40 cm aufweist. Das Brutkästchen, das wir der Kontrolle wegen aussen an den Käfig hängen, soll 12 × 12 × 25 cm messen, der Durchmesser des Einschlupfloches beträgt 4 cm.

Der Boden des Nistkastens muss eine kleine Vertiefung haben, weil Wellensittiche kein Nistmaterial eintragen. Beim Zuchtvorschuss ist darauf zu achten, dass wir einen hellblauen Vogel mit normaler Wellenzeichnung an einen gelben mit leichter Geisterzeichnung paaren. Weil aber nur noch Spezialzüchter auf reine Farben züchten (und ihre Vögel deshalb entsprechend teuer verkaufen), weiß man nie, ob die Zuchtpartner reinerbig sind. Sie können, wenn wir Pech haben, gemischterbig blau-weiss und gemischterbig gelb-weiss sein, so dass wir unter den Nachkommen, neben grünen, auch rein weiße Vögel haben.

Wellensittiche sind ziemlich lärmige Gesellen. Statt im Klassenzimmer sollte man sie in einem nicht ständig benutzten Raum (Physikzimmer, Materialraum, Bibliothek) halten können.

roten Erbsen und pflanzte im folgenden Jahre die daraus entstandenen Erbsen-samen.

Er zog Erbsen mit grünen, kantigen Samen und Erbsen mit runden, gelben Samen und kreuzte auch diese untereinander.

Über die Ergebnisse dieser langjährigen Zuchtversuche berichtete nun Mendel an jenem 8. Februar 1865. Die Zuhörer fan-den seinen Vortrag eher langweilig, nie-mand verstand die Bedeutung seiner Versuche. Später wurde der Vortrag ge-druckt. Aber auch hier blieb jedes Echo aus. Die Welt war noch nicht reif für Mendels bahnbrechende Entdeckungen. Erst 1900 kamen andere Forscher zu gleichen Ergebnissen, und erst jetzt er-kannte man die grosse Bedeutung der Mendel'schen Vererbungsgesetze.

### Mendels Lehre

Mendels geniale Idee bestand darin, dass er aus der Fülle der Merkmale, die das Erscheinungsbild eines Lebewesens prä-gen, ein einziges herausnahm und es durch Generationen hindurch verfolgte. Aus der grossen Anzahl Merkmale der Erbse nahm er nur die Blütenfarbe oder die Form der Samen, so wie wir jetzt aus der Unzahl der Merkmale, die das Er-scheinungsbild des Wellensittichs prägen, nur die Gefiederfarbe isoliert von allen andern Merkmalen betrachten.

Wenn von einem blauen Vater und einer gelben Mutter wieder grüne Kinder ent-stehen, so heisst das doch wohl, dass das Merkmal Farbe durch zwei Erbeinheiten bestimmt wird, wobei das Kind die eine vom Vater (blau), die andere von der Mutter (gelb) erhalten hat. Ganz einfach dargestellt, sieht das so aus wie auf Abb. 2.

Eine solche Erbeinheit, wie wir sie bis jetzt genannt haben, trägt den Namen *Gen* (griechisch *gignesthai* = werden). Die Gene in den Keimzellen tragen eine bestimmte Anlage, z. B. eben die Fähig-keit des Körpers, blauen oder gelben Farbstoff zu bilden, von einer Generation zur andern. Die Zellen, in denen der gelbe oder blaue Farbstoff gebildet werden, müssen also das «Rezept» wissen, nach-dem man solche Farbstoffe herstellt. Und dieses Rezept ist in den Genen gespei-chert, ihrer unzählige zusammen bilden das «Erbgedächtnis» oder, wenn wir einen Vergleich aus der Technik heranziehen wollen, sie sind das Magnetband eines überaus komplizierten Computers, auf dem alle Daten gespeichert sind, die es braucht, um einen Wellensittich oder auch einen Menschen heranwachsen zu lassen.

Abb. 2

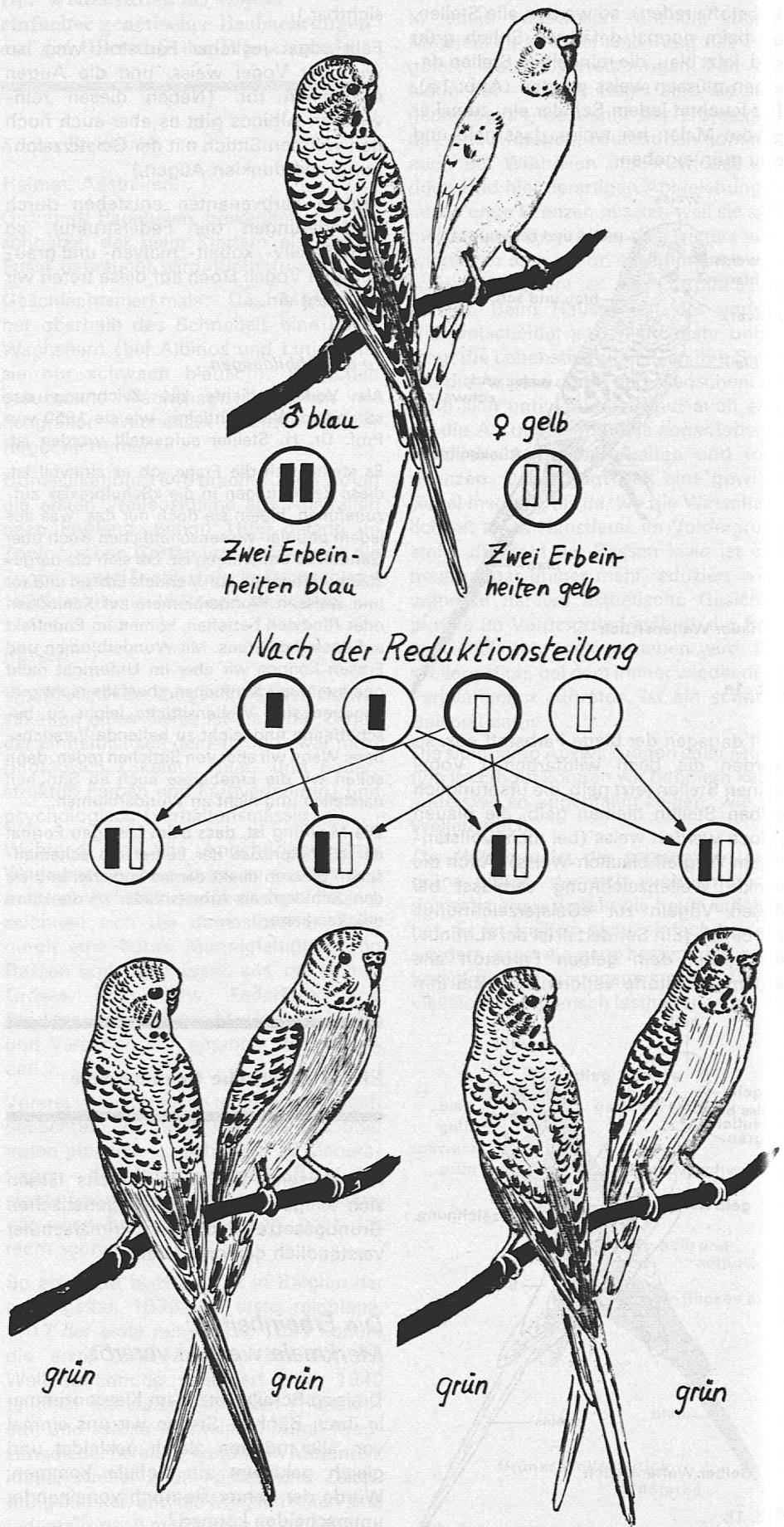


Abb. 3

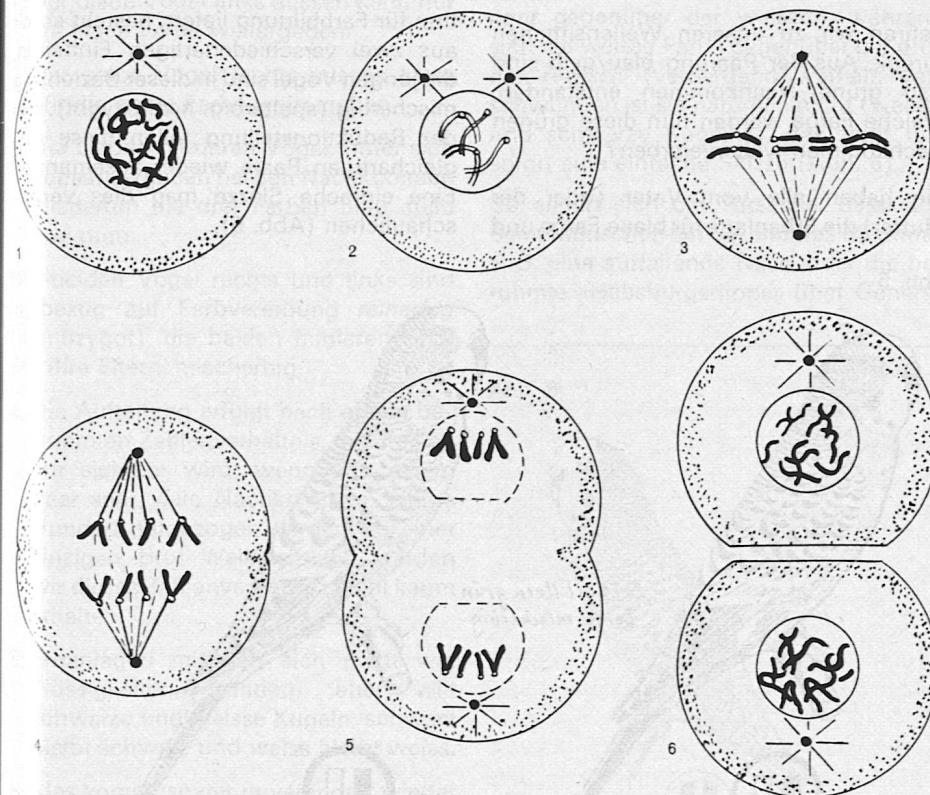
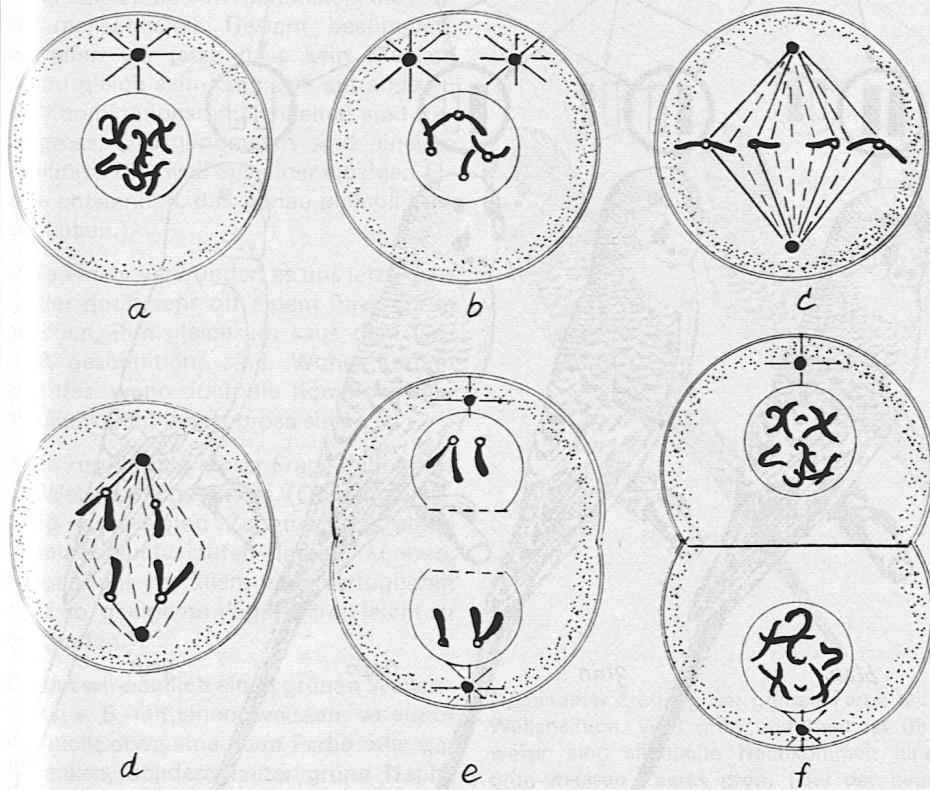


Abb. 3. Schema der Teilung einer befruchteten Zelle (Mitotische Zellteilung).

1. In der ruhenden Zelle ist der Zellkern nur undeutlich strukturiert. Die Chromosomen sind kaum sichtbar.
2. Im Zellkern bilden sich die Chromosomen (Kernschleifen) als Träger der Gene (des Erbgutes). Sie spalten sich der Länge nach. Das Centrosom spaltet sich ebenfalls und die beiden Teile wandern auseinander.
3. Die Kernmembranen haben sich aufgelöst und die längsgespaltenen Chromosomen ordnen sich in der Mitte der Zelle (Äquatorialebene) an. Zwischen den beiden Centrosomen bildet sich eine Spindel.
4. Die beiden Hälften der Chromosomen wandern auseinander.
5. Die neuen Chromosomen sind zu den beiden Polen (Centrosomen) gewandert und verknäueln sich wieder. Es bildet sich eine neue Kernmembranen und die Zelle schnürt sich ein.
6. Die Chromosomen haben sich zu neuen Zellkernen verknäult und die Zelle schnürt sich vollends ein und teilt sich. Es sind zwei gleichwertige Tochterzellen entstanden, die jede genau das gleiche Erbgut enthält wie die ursprüngliche Mutterzelle.

Abb. 4



Vereinfachtes Schema einer Reifeteilung (Reduktionsteilung)

- a) und b) In der ruhenden Zelle werden unmittelbar vor der Teilung die Chromosomen sichtbar. Die Pole rücken auseinander.
- c) Die einzelnen Chromosomenpaare trennen sich.
- d) Die getrennten Chromosomenpaare wandern auseinander. Jede Tochterzelle erhält nur je einen Partner der ursprünglichen Chromosomenpaare.
- e) Es bilden sich neue Zellkerne mit der halbtigen Chromosomenzahl der Mutterzelle.
- f) Die Tochterzellen enthalten nur noch je ein Chromosom anstelle eines Chromosomenpaars. Erst bei der Verschmelzung mit einer andern Zelle (Befruchtung) entstehen wieder Chromosomenpaare. Die Hälfte des von den Ahnen übernommenen Erbgutes ist für jede Tochterzelle verloren gegangen. Welche Erbinheiten übernommen wurden, bzw. verloren gingen, bleibt dem Zufall überlassen; ausgenommen da, wo bestimmte Genkopplungen vorkommen (z. B. geschlechtsgebundene Färbung).

Wo aber finden wir diese Gene?

Aus dem Biologieunterricht wissen wir, dass neues Leben dann entsteht, wenn sich eine männliche Samenzelle mit einer weiblichen Eizelle vereinigt. Wir wissen auch, dass von der männlichen Samenzelle nur der Zellkern in die Eizelle ein-dringt, daraus folgt zwingend, dass wir die Gene, als Träger aller Erbinformationen, im Zellkern zu suchen haben. In der ruhenden Zelle ist der Zellkern nur un-deutlich strukturiert. Bevor sich aber die Zelle zu teilen beginnt, löst sich der Zellkern in längliche Gebilde auf, die bei starker Vergrößerung unter dem Mikroskop sichtbar gemacht werden können. Diese Schleifen nennt der Erbforscher *Chromosomen*. Sie teilen sich nun der Länge nach und wandern auseinander, so dass jede der beiden neu entstandenen Zellen wiederum gleichviel Chromosomen enthält wie die alte Zelle (Abb. 3). Diese Chromosomen sind die Träger der Gene. Die Zahl der Chromosomen ist für jede Art konstant, der Mensch hat deren 46. Wenn sich bei der Befruchtung eine männliche Zelle mit einer weiblichen Zelle vereinigt, so müsste ja nun die neue Zelle die doppelte Zahl Chromosomen haben, und in der nächstfolgenden Generation hätte jede Zelle die vierfache Zahl. Das ist natürlich nicht so. Bevor eine Keimzelle die Keimdrüsen verlässt, tritt ein wichtiger Vorgang ein, den wir als *Reifeteilung* bezeichnen.

Im Gegensatz zur Vermehrungsteilung einer Zelle, bei der sich die Chromosomen der Länge nach teilen und jede der neu entstandenen Zellen wiederum einen vollen Chromosomensatz hat, trennen sich jetzt bei der Reduktionsteilung die Chromosomenpaare (Abb. 4).

Die entstandenen Tochterzellen enthalten jetzt nur noch die Hälfte des ursprünglichen Chromosomensatzes.

Hier nun spielt der Zufall seine grosse Rolle. Von ihm hängt es ab, welcher Teil eines Chromosomenpaars in diese oder jene Tochterzelle kommt, und welche dieser Zellen dann befruchtet wird oder, im Falle der männlichen Zelle, ein Ei befruchtet. Bei der Verschmelzung der beiden Zellkerne bei der Befruchtung wird dann wieder der volle Chromosomensatz hergestellt.

Die Chromosomen sind die Träger der Gene und zwar müssen auf einem Chromosom sehr viele Gene lokalisiert sein. Weil nun bei der Reduktionsteilung eine Hälfte des Erbgutes abgegeben wird, und weil nur ein kleiner Teil der tatsächlich vorhandenen Keimzellen befruchtet wird (der weibliche Follikelvorrat geht in die

Hunderttausende), können eben Eigen-schaften eines Elternteils unwiederbringlich verloren gehen.

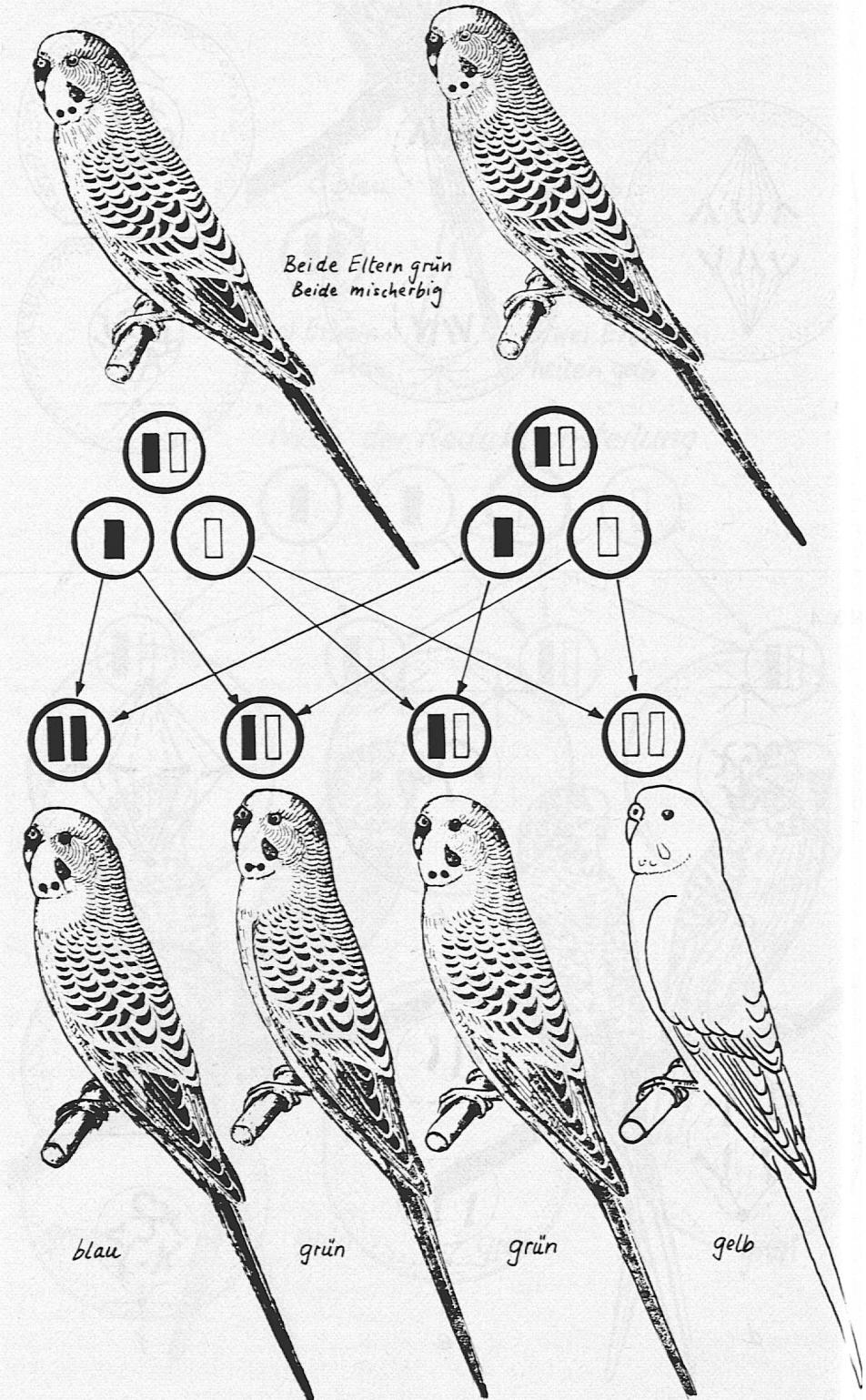
Kehren wir zu unseren Wellensittichen zurück. Aus der Paarung blau/gelb sind also grüne Nachkommen entstanden. Welche Farbe werden nun diese grünen Nachkommen weitervererben?

Sie haben alle vom Vater (oder der Mutter) die Erbanlage für blaue Farbe und

von der Mutter (oder vom Vater) die Eb-anlage für gelb mitbekommen.

Das Genpaar, das bei ihnen die Informa-tion für Farbildung liefert, besteht somit aus zwei verschiedenartigen Einheiten, die jungen Vögeln sind in dieser Beziehung mischerbig (spalterig, heterozygot). Bei der Reduktionsteilung fallen diese un-gleichartigen Paare wieder auseinander. Eine einfache Skizze mag dies veran-schaulichen (Abb. 5).

Abb. 5



Wir haben soeben einige wichtige Mendel'sche Gesetze kennengelernt:

1. Der blaue Vogel links aussen kann nur die blaue Farbe weitergeben.
2. Der gelbe Vogel rechts aussen kann nur die gelbe Farbe weitergeben.
3. Die beiden mittleren Vögel, unter sich gepaart, ergeben bei den Nachkommen wiederum die drei Farben blau, gelb und grün.

Die beiden Vögel rechts und links sind in bezug auf Farbvererbung *reinerbig* (homozygot), die beiden mittleren sind, wie ihre Eltern, mischerbig.

4. Die Aufteilung erfolgt nach einem bestimmten Zahlenverhältnis, das freilich nur sichtbar wird, wenn von einem Paar sehr viele Nachkommen, einige Hundert, aufgezogen werden. Bei einer einzigen Brut Wellensittiche werden wir dieses Zahlenverhältnis wohl kaum erhalten.

5. Erbanlagen mischen sich nicht wie Flüssigkeiten, sondern eher wie schwarze und weisse Kugeln, schwarz bleibt schwarz und weiss bleibt weiss.

Beides kommt später unverändert wieder zum Vorschein. Nun haben wir freilich nur ein einziges Merkmal, die Farbe, betrachtet. Nehmen wir ein weiteres Merkmal dazu, z. B. die Wellenzeichnung, so erhalten wir bereits neun Möglichkeiten, bei drei Merkmalen sind es schon 27. Bei der grossen Zahl von Merkmalen, die z. B. ein menschliches Gesicht bestimmen, begreifen wir jetzt, dass kein Mensch genau gleich sein kann wie ein anderer, die Kombinationsmöglichkeiten sind riesengross. (Ausgenommen sind eineiige Zwillinge, die, weil aus einer einzigen Eizelle entstanden, das genau gleiche Erbgut haben.)

Um so mehr verwundert es uns jetzt, dass Kinder doch sehr oft einem ihrer Eltern gleichen, ihm gleichsam «aus dem Gesicht geschnitten» sind. Woher kommt jetzt das, wenn doch die Kombinationsmöglichkeiten derart gross sind?

Auch zur Klärung dieser Frage helfen uns die Wellensittiche weiter. (Ob wir gleichzeitig zum ersten Zuchtversuch einen Parallelversuch laufen lassen können, hängt wohl vor allem vom verfügbaren Platz ab, geeignete Vögel wären leicht zu beschaffen.)

Paaren wir nämlich einen grünen Wellensittich z. B. mit einem weissen, so ergibt das nicht etwa eine neue Farbe oder gar Schecken, sondern lauter grüne Nachkommen (vorausgesetzt, dass der grüne Partner reinerbig ist).

Die grüne Farbe hat jetzt die weisse vollkommen überdeckt. Man sagt in einem solchen Falle, die grüne Farbe sei *dominant* gegenüber der weissen, während sich die weisse Farbe gegenüber der grünen *rezessiv* (verborgend) verhält. Verschwunden ist sie natürlich nicht (weisse und schwarze Kugeln!), das zeigt uns sofort eine einfache Skizze (Abb. 6).

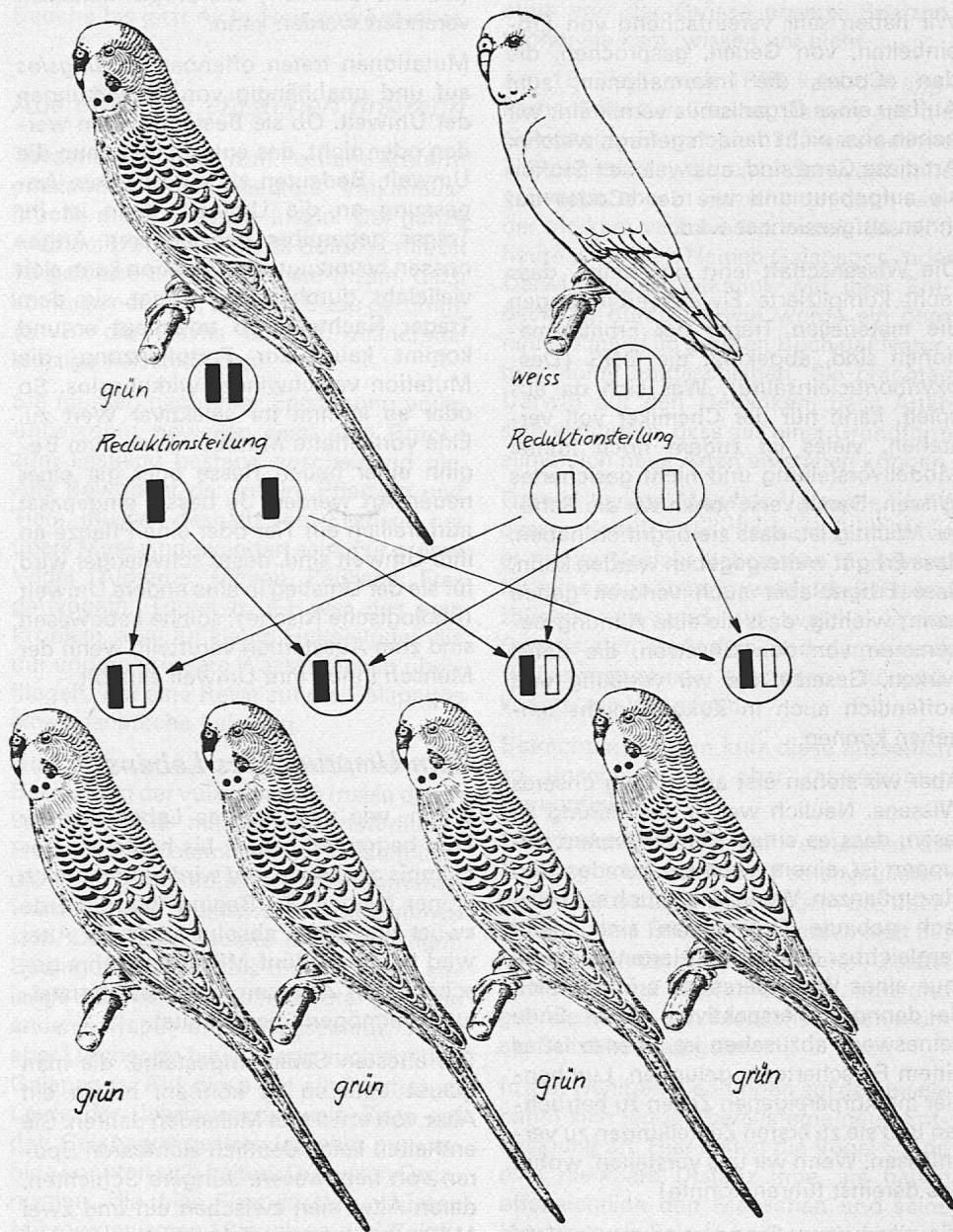
So erklärt sich die Tatsache, dass sich beim Menschen ein bestimmtes Merkmal, z. B. eine auffallende Nase, oder die berühmte «Habsburgerlippe» über Genera-

tionen hindurch halten kann, dann aber plötzlich verschwindet, weil es eben vom Zufall abhängt, ob die Erbanlage bei der Reduktionsteilung an die zur Fortpflanzung kommende Zelle abgegeben werden ist.

#### Lebensfeindliche Erbanlagen

Wir verweisen auf den Rhesusfaktor, über den zukünftigen Eltern im Bilde sein müssten; wir erwähnen vielleicht auch den merkwürdigen Erbgang der Bluterkrankheit, dann die Übertragung von

Abb. 6



Dominanter Erbgang der grünen Farbe beim Wellensittich. Weil grün dominant ist über weiss, sind sämtliche Nachkommen eines grün-weissen Paares grün. (Bei der heutigen, unkontrollierten Zucht kann es vor-

kommen, dass der grüne Zuchtpartner bereits mischerbig ist.) Wie die Aufspaltung weitergeht, wenn die Nachkommen unter sich gepaart werden, bringen Schüler anhand der Abb. 5 (blau-gelbes Paar) selber heraus.

Geisteskrankheiten durch anscheinend gesunde Eltern (recessiver Erbgang); wir sprechen in diesem Zusammenhang darüber, warum das Gesetz Ehen unter nahen Verwandten verbietet.

## Blick in die Zukunft

Wir haben nun einen kurzen Blick in das komplizierte Geschehen der Vererbung geworfen und einige, von Mendel aufgestellte und bis heute immer noch gültige Gesetze kennen gelernt. Wir müssen uns jedoch bewusst sein, dass in Wirklichkeit alles viel komplizierter ist, als wir es hier darstellen konnten.

Wir haben sehr vereinfachend von Erbinheiten, von Genen, gesprochen, die den «Code», die Informationen, zum Aufbau eines Organismus vermitteln; wir haben aber nicht danach gefragt, welcher Art diese Gene sind, aus welchen Stoffen sie aufgebaut und wie der «Code» auf ihnen aufgezeichnet wird.

Die Wissenschaft lehrt uns heute, dass recht komplizierte Eiweißverbindungen die materiellen Träger der Erbinformationen sind, abgekürzt die DNS (Desoxyribonucleinsäure). Was sich da abspielt, kann nur der Chemiker voll verstehen, vieles ist zudem noch immer Modellvorstellung und nicht gesichertes Wissen. Damit verschonen wir die Schüler. Wichtig ist, dass sie begriffen haben, dass Erbgut weitergegeben werden kann, dass Erbgut aber auch verloren gehen kann; wichtig, dass sie eine Ahnung bekommen von den Gesetzen, die dabei wirken, Gesetze, die wir vorläufig und hoffentlich auch in Zukunft nicht umgehen können.

Aber wir stehen erst am Anfang unseres Wissens. Neulich war in der Zeitung zu lesen, dass es einem Genetikerteam gelungen ist, einem Virus ein fremdes Gen einzupflanzen. Wenn Viren auch sehr einfach gebaute Organismen sind, nicht vergleichbar dem komplizierten Organismus eines Wirbeltieres, so eröffnen sich da dennoch Perspektiven, deren Ende keineswegs abzusehen ist. Ebenso ist es einem Forscherteam gelungen, Lurchen-eier mit körpereigenen Zellen zu befruchten und sie zu ersten Zellteilungen zu veranlassen. Wenn wir uns vorstellen, wohin das dereinst führen könnte!

«Es gibt keinen Grund, warum wir nicht imstande sein sollten, neue Erbfaktoren künstlich herzustellen und sie in Lebewesen einzubauen.» Der das ausgesprochen hat, ist nicht irgend ein moderner Jules Verne, sondern der amerikanische Nobelpreisträger Linus Pauling.

## Entstehung neuer Arten

Am Beispiel des Wellensittichs haben wir gesehen, wie bei einer Tierart plötzlich Individuen mit von der Norm abweichen- den Merkmalen auftreten können. Wir nannten sie *Mutationen*. Ursachen dieser Abweichungen sind Veränderungen im Erbgut. Über die Gründe des Mutierens wissen wir heute noch recht wenig, bekannt ist, dass durch Strahleneinwirkung (Gamma-Strahlen) das Erbgut künstlich verändert werden kann.

Mutationen treten offenbar *richtungslos* auf und unabhängig von Einwirkungen der Umwelt. Ob sie Bestand haben werden oder nicht, das entscheidet dann die Umwelt. Bedeuten sie eine bessere Anpassung an die Umwelt, dann ist ihr Träger gegenüber den anderen Artgenossen bevorzugt, die Mutation kann sich vielleicht durchsetzen. Bringt sie dem Träger Nachteile, so unterliegt er und kommt kaum zur Fortpflanzung, die Mutation verschwindet wirkungslos. So oder so kommt ihr selektiver Wert zu. Eine vorteilhafte Mutation kann zum Beginn einer neuen Rasse oder gar einer neuen Art werden. Je besser eingepasst nun freilich ein Tier oder eine Pflanze an ihre Umwelt sind, desto schwieriger wird für sie der Umstieg in eine andere Umwelt (ökologische Nische); solche Lebewesen sind zum Aussterben verurteilt, wenn der Mensch ihnen ihre Umwelt zerstört.

## Vom Ursprung des Lebens

Wann, wie und wo das Leben auf der Erde begonnen hat, ist bis heute ein Geheimnis geblieben und wird es vermutlich immer bleiben. Zu Beginn war die Erde «wüst und leer», absolut steril. Ihr Alter wird heute auf fünf Milliarden Jahre geschätzt, ein Zeitraum, der unser Vorstellungsvermögen überschreitet.

Die ältesten Sedimentgesteine, die man glaubt datieren zu können, haben ein Alter von etwa drei Milliarden Jahren. Sie enthalten keine deutlich sichtbaren Spuren von Lebewesen. Jüngere Schichten, deren Alter man zwischen ein und zwei Milliarden Jahren schätzt, zeigen Spuren von Mikroorganismen. Damit ist aber über ihren Ursprung nichts gesagt. Bis heute ist es nicht gelungen, Leben in der Retorte zu erzeugen. Alle bis jetzt aufgestellten Theorien führen zum gleichen Punkt: Wir wissen es nicht! Ob es auf

anderen Planeten Leben gibt? Man schätzt die Zahl der erdähnlichen Planeten im Universum auf rund eine Milliarde. Es wäre irgendwie vermessen zu glauben, dass unser Planet der einzige sein soll, auf dem Leben existiert.

Theorien über extraterrestrische Herkunft des Lebens sind deshalb immer wieder aufgestellt worden.

Wenn wir von der Annahme ausgehen – und sie wird vermutlich richtig sein –, dass sich das Leben auf der Erde aus ganz einfachen Organismen im Laufe der Jahrtausende zu immer komplizierteren Formen entwickelt hat und weiterentwickelt wird, so stellen wir damit die Frage nach der Art und Weise der einzelnen Entwicklungsschritte. Die bis heute einleuchtendste Theorie ist die von Darwin und Wallace begründete Evolutionstheorie. Sie zeigt einen möglichen Entwicklungsweg auf, muss aber die Frage nach den treibenden Kräften, die hinter den sichtbaren Evolution stehen und dem endgültigen Ziel, auf das jede Evolution hinstrebt, offen lassen.

## Darwins Evolutionstheorie

Darwins Evolutionstheorie wird bis auf den heutigen Tag immer wieder aus ideologischen Gründen bekämpft.

Solange Darwin in Unkenntnis der Vererbungsmechanismen und Mutationen nicht erklären konnte, auf welche Weise ein Artenwandel, eine Veränderung des Erbgutes zustande kommen konnte, begreift man die Skepsis, die man seiner neuen Lehre entgegenbrachte. Heute aber, da Genetik und biologische Forschung, namentlich auch die von Lorenz und Tinbergen begründete moderne Verhaltensforschung immer neues Material liefern (Beweismaterial möchte ich nicht sagen, denn beweisen kann man damit die Richtigkeit von Darwins Lehre nicht), und die Klärung der Evolutionstheorie keine unüberwindlichen Schwierigkeiten mehr bietet, gibt es keine bessere Erklärung für die Entstehung der Arten als die von Darwin begründete und seither stark ausgebauten Evolutionstheorie. Doch «das Wissen von heute ist der Irrtum von morgen»!

Darwins (und Wallaces) Lehre lässt sich kurz zusammengefasst so formulieren: Mutationen (siehe Wellensittiche) bewirken kleine Veränderungen im Aussehen und im Verhalten einer Art. Wird dadurch eine bessere Anpassung an die Umwelt erreicht, so zieht der Träger einer Nutzen daraus, seine Lebenschancen werden erhöht, und die neue Variante kann sich durchsetzen. Bedeutet sie also

eine Verschlechterung der Anpassung, so setzt sie die Lebenschancen des Trägers herab, er kommt gar nicht zur Fortpflanzung und die Mutation verschwindet wieder. Die Umwelt liest also aus dem Angebot der Mutationen aus (sie selektioniert). Evolution ist also immer ein Zusammenspiel von Mutation und Selektion.

Die Ausmerzung einer ungeeigneten Mutation geschieht wohl immer sehr rasch, die Durchsetzung einer neuen Variante jedoch ist meistens ein sehr langdauernder Prozess.

Ein schönes Beispiel für die selektionierende Funktion der Umwelt geben uns Peters und Gutmann (in Grzimeks Tierleben) vom Birkenspanner. Dieser Schmetterling kam vor rund hundert Jahren nur in einer weissen, leicht schwarz gesprenkelten Form vor, die auf den weissen Birkenstämmen für ihre Feinde (Vögel) schlecht sichtbar war. Als nun in den englischen Industriegebieten durch eine Mutation eine fast schwarze Form auftrat, konnte sich diese auf den russgeschwärzten Baumstämmen besser verbergen als die weisse Form. So wurde die weisse Form von den Vögeln häufiger erbeutet als die schwarze, die «Umwelt las aus», und das führte dazu, dass heute die schwarze Variante die weisse weit überflügelt hat. Nur in Gegenden, wo die Birkenstämme noch weiss sind, kann sich die weisse Form halten.

Mutationen können aber auch einmal relativ rasch vor sich gehen. Als das DDT zur Insektenbekämpfung eingesetzt wurde, glaubte man, grosse Gebiete von bestimmten Schadinsekten frei halten zu können. Heute zeigt sich, dass das nicht stimmt. Einige wenige unter den bekämpften Insekten waren giftresistent (solche giftresistenten Individuen gab es wohl immer, aber solange kein Gift angewendet wurde, hatte diese Resistenz keine selektive Wirkung), sie setzten sich durch und bildeten in der Folge giftresistente Populationen.

Diese Erholungsphase kann bei Insekten mit einer raschen Generationenfolge sehr rasch vor sich gehen; beim Maikäfer, mit einer für Insekten langsamen Generationenfolge, dauert die Erholungsphase nun schon recht lange an, und es scheint beinahe, als wolle sich das «Berner-Flugjahr» im Kanton Bern überhaupt nicht mehr erholen.

Man müsste vielleicht auch einmal das heute so aktuelle Tollwutproblem unter diesem Gesichtspunkt angehen. Die heutige Tollwutbekämpfung gipfelt darin, die Füchse möglichst auszurotten. Man schießt ab und vergast und tötet damit

auch die tollwutresistenten Tiere (die es ganz sicher geben muss) und verhindert damit das Aufkommen einer tollwutresistenten Fuchspopulation. Das Erlöschen eines Seuchezuges in früheren Jahrzehnten lässt sich ja kaum anders erklären: Die nicht resistenten Tiere kamen um, die resistenten überlebten und bildeten nachher während Jahren eine wirksame Barriere gegen einen neuen Seuchenzug. War die Tollwut einmal erloschen, so kam der Resistenz gegen Tollwut kein selektiver Wert mehr zu, auch die nicht resistenten konnten sich wieder vermehren. Ich weiss, es lassen sich viele Einwände erheben, Tatsache ist aber, dass man mit den heutigen Bekämpfungsmethoden der Seuche bis jetzt nicht Herr geworden ist.

### Aus einer Art entstehen dreizehn

Tausend Kilometer vom Festland entfernt entstanden durch mehrere Vulkanausbrüche die Galapagos-Inseln. Der ganze Archipel (Archipiélago de Colón) umfasst 13 grössere und 19 kleinere Inseln, dazu kommen noch 47, oft recht bizarr geformte (z. B. die Devil's crown), manchmal klotzige Felsenklippen.

Sie müssen nach ihrer Entstehung völlig unbewohnt gewesen sein, eine Brücke zum Festland bestand anscheinend nie. Alle Bewohner der Inseln, Pflanzen und Tiere, müssen deshalb vom Festland her über Meer eingewandert sein. Für grosse Vögel (Albatros, Möven, Pelikane, Freigattvögel, Tölpel u. a.) war das kein Problem, aber für kleine Finkenvögel, die nur ungern grössere Wasserflächen überfliegen, war eine Reise auf die Galapagos eine beachtliche Leistung.

Noch schwieriger gestaltete sich aber die Besiedlung der vulkanischen Inseln durch Landtiere. Sie müssen auf natürlichen Flossen, Baumstämmen und Erdschollen, die vom Humboldtstrom herangetrieben wurden, vom Festland her gekommen sein. Die Reise dauerte unter günstigen Bedingungen zwei bis drei Wochen, so lange hält es eine Schildkröte oder ein anderes Reptil ohne Wasser aus, nicht aber Lurche; sie fehlen denn auch auf den Galapagos. Auf diese Art sind sicher im Laufe der Jahrtausende viele Tiere auf den Galapagos gestrandet, aber nur wenige konnten sich halten. Die ersten Organismen, die hier Fuß fassten, müssen Mikroorganismen (Blaualgen und Bakterien) gewesen sein, sie bereiteten den vulkanischen Boden für die ersten Pflanzen vor. Es folgten Moose und Farne, später Blütenpflanzen und Insekten.

Jetzt waren karge Lebensbedingungen für die ersten Wirbeltiere geschaffen. Wer

also zu früh gekommen war, ging zu grunde, wer überleben wollte, musste sich den auf den Galapagos herrschenden Lebensbedingungen anpassen können.

Es sind relativ wenige Arten, denen das gelungen ist. Bedingung war, dass sie fähig waren, sich neue Nahrungsquellen zu erschliessen, wenn die Art so stark zu genommen hatte, dass es nicht mehr für alle reichte. (Leider hat der Mensch später andere Tiere eingeschleppt, z. B. Ziegen, Schweine, Ratten, die nun die einheimische Fauna konkurrenzieren und verdrängen.)

Unter den Einwanderern muss sich auch eine kleine Finkenart befinden haben, etwa von der Grösse unserer Spatzen. Woher sie kam, wissen wir nicht.

Am 15. September 1835 kam der englische Forscher Charles Darwin auf die Galapagos. Er traf hier 13 verschiedene Finkenarten an, die einander wohl nahe verwandt, aber in Einzelheiten doch wieder merkbar verschieden waren. Sie sind heute unter dem Namen Galapagos- oder Darwin-Finken bekannt. Mit ihrer Entdeckung durch Darwin wurde ein ganz neues Kapitel im grossen Buch der Naturgeschichte aufgeschlagen. Sie brachten Darwin auf den Gedanken, dass Arten sich verändern, dass aus einer Grundform allmählich neue Arten entstehen können.

Darwin kannte Mendels Versuche nicht, dessen Schrift über Pflanzenhybriden hat er nie zu Gesicht bekommen. Er konnte für seine neue Theorie wohl viele Beispiele zitieren; wie und auf welche Weise Organe sich verändern und damit neue Verhaltensweisen entstehen können, konnte er nicht sagen.

Betrachten wir nun kurz diese äusserlich so unscheinbaren, aber interessanten Darwinfinken.

Für denjenigen, der zum erstenmal die Galapagos betritt, ist das Fehlen jeglichen Fluchttriebes bei diesen Vögeln das überwältigendste Erlebnis. Sie lassen sich auf kürzeste Distanzen fotografieren, setzen sich einem auf Kopf und Arme, kurz und gut, sie haben den Menschen noch nicht als Feind kennen gelernt.

In den wenigen Siedlungen auf den Inseln bahnt sich jedoch bereits eine neue Entwicklung an. Hier halten die Vögel schon eine merkbare Distanz inne, sie haben offensichtlich den Menschen und seine Haustiere als Feinde kennengelernt.

Das sagt sich so leicht. Die Entstehung fliehender Vögel aus einer Population von Vögeln, die keinen Fluchttrieb haben, ist aber ein langwieriger Prozess. Es entstehen neue Arten, die sich zwar äusserlich kaum von der ursprünglichen Art unter-

scheiden, die jetzt aber ein anderes Verhalten zeigen.

Wo der Mensch auftritt, kann leider nur überleben, wer rechtzeitig einen erblich verankerten Fluchttrieb zu entwickeln vermag oder einen ehemals vorhandenen neu aktivieren kann. Das sind langdauernde Prozesse, und vielen Tieren gelang diese Anpassung nicht rechtzeitig genug, sie wurden ausgerottet.

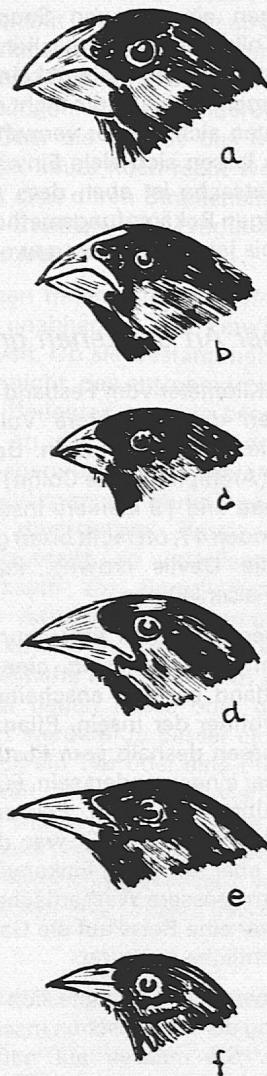
Die Vorfahren der heutigen Galapagos-Finken müssen vor Jahrtausenden aus Süd- oder Mittelamerika eingewandert sein. Ihre nächsten Verwandten sind die Kubafinken und die Schwarzmämmern auf den Kleinen Antillen. Wir wissen heute nicht mehr, ob die ersten Einwanderer Körner- oder Insektenfresser waren, manches deutet darauf hin, dass es Körnernfresser waren. Sie mussten zu einer für sie günstigen Zeit auf den Inseln eingetroffen sein, konnten hier Fuss fassen und sich vermehren. Doch irgend einmal musste das Nahrungsangebot mit der Zahl der Vögel ins Gleichgewicht gekommen sein, eine weitere Vermehrung der Vögel war nur noch möglich, wenn neue Nahrungsquellen erschlossen werden konnten, d. h., wenn ein Teil der Population in eine andere «ökologische Nische» umsteigen konnte.

Kleine Mutationen ermöglichen dieses Umsteigen. Bereits eine kleine Veränderung der Schnabelform konnte sich positiv auswirken, indem mit einem etwas grösseren und entsprechend kräftigeren Schnabel sich grössere Samen aufknacken liessen, womit das Nahrungsangebot erweitert war. Die Vögel mit dem dickeren Schnabel hatten einen kleinen Vorteil, sie konnten jetzt bei kargem Nahrungsangebot auf andere Futtersorten ausweichen und überleben. Die bisherige Lebensform (Paarung, Nestbau, Brutpflege) konnte jedoch durchaus beibehalten werden.

Vögel mit einem etwas längeren Schnabel aber konnten z. B. Kaktusfrüchte aufhauen, um an die Samen heranzukommen und sich hier eine neue Nahrungsquelle erschliessen. Durchgehen wir nun die Reihe kurz (die 14. Gattung, der Kokosfink, wird hier nicht erwähnt, weil er auf den Galapagos nicht vorkommt).

Zur Gattung der Grundfinken gehören sechs Arten. Alle haben dicke, kräftige Schnäbel und suchen ihr Futter vorwiegend am Boden, wobei sie, je nach Schnabelgrösse, ganz verschiedene Samen knacken können. Der grosse Spitzschnabel-Grundfink bevorzugt tierische Kost. Er frisst das Fleisch toter Kleintiere, hackt auch Seevogeleier auf und trinkt deren Inhalt; er pickt sogar brütenden

Tölpeln die Ellbogenhaut auf und trinkt das herausfliessende Blut. Er schmarotzt auch sonst noch bei den Tölpeln, indem er sich über danebenfallende Fleischstückchen hermacht, wenn die jungen Töpel gefüttert werden. Der kleine Grundfink aber sucht die Haut der Meerechsen nach Ungeziefer ab.



- a) Grosser Grundfink
  - b) Mittlerer Grundfink
  - c) Kleiner Grundfink
  - d) Grosser Kaktusfink
  - e) Kaktusfink
  - f) Spitzschnabel-Grundfink
  - g) Pflanzenesser-Baumfink
  - h) Grosser Baumfink
  - i) Mittlerer Baumfink
  - k) Kleiner Baumfink
  - l) Spechtfink
  - m) Mangrovenfink
  - n) Laubsängerfink
- (nach E. Curio)



Die Kaktusfinken vermögen mit ihrer längeren Schnäbeln die Fruchtstände der Kaktusfrüchte zu zerplücken und fressen deren Samen. Sie reissen Borkenstücke weg und fangen darunterliegende Insekten. Sie holen aber auch den Nektar aus den Kaktusblüten.

Die Pflanzenfresser-Baumfinken ernähren sich vorwiegend von Knospen, Früchten und Blüten. Die drei Baumfinken jedoch bevorzugen gemischte Kost. Sie turnen wie bei uns die Meisen im Gezwitscher herum und machen Jagd auf Insekten verschmähen aber auch Früchte und Sämereien nicht.

Am einseitigsten auf Insektennahrung spezialisiert hat sich der Laubsängerfink. Die interessantesten sind jedoch der Spechtfink und der Mangrovenfink. Sie stochern mit Hilfe eines abgebrochenen Kaktusstachels oder dünnen Zweiglein die Insektenlarven aus ihren Löchern heraus. Wer im Unterricht über die Darwinfinken spricht, der versäume nicht den schönen Siehlmann-Film von der Schmalfilmzentrale kommen zu lassen und ihn den Schülern zu zeigen.

Es ist bezeichnend, dass sich die Darwinfinken hauptsächlich in bezug auf ihren Nahrungserwerb voneinander unterscheiden. So gelingt es ihnen, das ganze Nahrungsangebot der Inseln sich zunutze zu machen. War jeweils eine «ökologische Nische» ausgefüllt, so sind eine Anzahl Vögel, die dazu befähigt waren, in eine andere «umgestiegen». Dieser Vorgang wiederholte sich, bis allmählich alle Nischen, die die Galapagos den Finken anubieten hatten, ausgefüllt waren.

In den andern Lebensbereichen sind die Finken jedoch durchaus konservativ geblieben. Sie bauen alle ähnliche Kugelnester, und auch die Insektenfresser unter ihnen füttern ihre Jungen immer noch aus dem Kropf, wie das sonst nur Körnerfresser tun; ein Hinweis, dass die Stammform vermutlich unter den Körnerfressern zu suchen ist.

Nach wie vor sind die Darwinfinken eines der eindrücklichsten Beispiele für den Artenwandel. Es ist aber nachdrücklich darauf hinzuweisen, dass die dafür notwendigen Mutationen ungerichtet sind. Die Umwelt entscheidet dann, ob sie für die Art nützlich oder schädlich sind, ob sie dem Individuum einen Vorteil oder einen Nachteil erbringen. Im Schüler entsteht leicht die Meinung: Weil das Nahrungsangebot knapp wurde, entwickelten die Finken einen stärkeren Schnabel, damit sie auch gröbere Samen aufknacken könnten. Der Anreiz zur Mutation, so ist dann die Meinung, kam von aussen. In Wirklichkeit ist es anders. Weil sich eine zufällig aufgetretene Mutation positiv ausgewirkt hat, hat sie Bestand, kann die Art aus ihr Nutzen ziehen und sich in einer neuen Richtung weiterentwickeln. Für die Mutation sind nicht Umwelteinflüsse verantwortlich, die Tendenz zu minimalen Veränderungen des Erbgutes liegt offenbar in jedem lebenden Organismus, auch im Menschen. Wir stehen somit bei der Frage nach dem Ursprung des Menschen.

Lit Curio E.: Galapagos, Prüffeld der Evolutionforschung. Umschau 18/1965.

dem Zweiten Weltkrieg redete man ausserhalb der Hörsäle kaum von Ökologie, heute ist sie zum Schlagwort der Politiker geworden. Ob sich freilich jeder, der sich des Wortes bedient, klare Vorstellungen darüber macht, was der Begriff umschliesst, bleibe dahingestellt.

Erfreulich ist auf jeden Fall die Tatsache, dass heute breite Volksschichten erkennen müssen, dass jedes Lebewesen, auch der Mensch, nicht für sich allein, völlig unabhängig von allen andern, leben und wirken kann, und aus dieser Erkenntnis müsste nun zwangsläufig die Einsicht folgen, dass wir nicht wie bisher auf unserer Erde Dinge zerstören dürfen, deren Zerstörung uns kurzfristig vielleicht Nutzen zu bringen vermag.

Versuchen wir also, auch dem Primarschüler auf der Oberstufe auf möglichst einfache Weise klare Begriffe zu schaffen über das, was sich hinter dem Wort Ökologie verbirgt. Da gilt es wohl einmal, den Begriff der Umwelt etwas klarer zu definieren.

### Die Umwelt

Jakob v. Uexküll hat als erster den Begriff der Umwelt in die Ökologie eingeführt und sie folgendermassen definiert: «Alles was ein Subjekt merkt, wird zu seiner Merkwelt, und alles, was ein Subjekt wirkt, zu seiner Wirkwelt. Merkwelt und Wirkwelt bilden gemeinsam eine geschlossene Einheit, die Umwelt» (v. Uexküll 1933). Als Beispiel einer sehr primitiven Umwelt stellt uns v. Uexküll diejenige der Zecke (Holzbock) vor. Das nach mehreren Häutungen voll entwickelte und bereits befruchtete Weibchen, ein kaum 2 Millimeter grosses Tierchen, das wie ein braunes Rindenschüppchen aussieht, klettert auf einen Strauch und wartet hier auf ein Opfer. Die Zecke hat keine Augen, nimmt aber Licht durch die Haut wahr. Das Tier hört auch nichts, hat aber einen Geruchssinn, der jedoch nur auf den Geruch von Buttersäure eingestellt ist.

Buttersäure entströmt der Haut von Säugetieren, auch der Haut des Menschen. Die Zecke reagiert nun auf feinste Verdünnungen dieses Geruchstoffes. Dringt er zu ihr, so lässt sie sich augenblicklich fallen, fällt sie auf etwas Warmes, so hat sie in der Regel ihr Ziel erreicht. Fällt sie auf etwas Kaltes, so klettert sie erneut in die Höhe. Ist sie auf ein Säugetier gefallen, so sucht sie sich eine haarlose Stelle, bohrt sich ein und saugt sich mit Blut voll. Das kleine Tierchen schwollt

nun zu einer erbsengrossen, grauen Kugel an. Geschmacksinn hat sie nicht. Sie pumpt sich im Laborversuch mit jeder Flüssigkeit voll, sofern diese nur die richtige Temperatur hat. Dieses Blutmahl ist die erste und einzige Mahlzeit der Zecke. Sie lässt sich jetzt zu Boden fallen, legt ihre Eier ab und stirbt. Ein höchst einfacher Lebenslauf!

Versuchen wir, uns in die Welt der Zecke zu versetzen. Die Zecke hat keine Augen: Ihre Welt hat weder Farben noch Formen, sondern besteht lediglich aus hell und dunkel. Die Zecke hat kein Hörorgan, ihre Welt ist absolut still. Von all den vielen Gerüchen, die sie umgeben, nimmt sie vermutlich nur den Geruch von Buttersäure wahr. Sie hat einen Wärmesinn und einen Tastsinn. Von den vielen hundert Wirkungen, die von einem Säugetierkörper ausgehen können, nimmt die Zecke aber nur drei wahr: Den Geruch der Buttersäure, das Haar und die Hauttemperatur. Was sie nachher trinkt, ist gleichgültig, es kann blosses Wasser aber auch Essig sein, das Getränk muss bloss eine Temperatur von etwa 37°C haben. Alles übrige existiert für die Zecke nicht. Die ganze reichgestaltete Umgebung schrumpft für sie zu einer ärmlichen Umwelt zusammen, doch trotz dieser Armut ist die Zecke vollkommen in ihre Umwelt eingepasst. Ja, gerade die Merkmalsarmut der Umwelt verhindert, dass die Zecke falsch reagieren kann.

Nun ist freilich die Möglichkeit, dass ein Säugetier ausgerechnet unter der Zecke durchläuft, sicher recht gering. Doch die Zecke kann warten. Im zoologischen Institut von Rostock hat man Zecken 18 Jahre lang ohne Nahrung am Leben erhalten können. Eine Zecke könnte also theoretisch 18 Jahre lang auf ein Säugetier warten. Bedenken wir die grosse Zahl von Zecken, die an warmen Frühlings- und Frühherbsttagen auf ihre Opfer lauern – ich habe einmal meinem Hund nach einem Spaziergang 120 Zecken abgelesen –, und dazu ihre unglaubliche Fähigkeit zu fasten, so wird dadurch das Überleben der Art hinreichend sicher gestellt.

Das Beispiel der Zecke zeigt uns bereits, dass die *Umwelt* eines Lebewesens nur einen Ausschnitt aus der das Tier umgebenden *Umgebung* darstellt. Nur das, was ihm seine Sinnesorgane vermitteln, und nur das, was für das Tier von Bedeutung ist, wird zum Baustein seiner Umwelt. «Das Subjekt spinnt seine Beziehungen wie die Fäden einer Spinne zu bestimmten Eigenschaften der Dinge und verwebt sie zu einem festen Netz, das sein Dasein trägt», sagt v. Uexküll (1933).

## Der Begriff der ökologischen Nische

Die Ökologie, eine relativ junge Wissenschaft, erforscht die Beziehungen der Lebewesen zu ihrer Umwelt. Noch vor

Nun ist es schwer, Schülern die Verschiedenartigkeit von Welten zu demonstrieren. Die einzige Möglichkeit sind nach wie vor die Bienenversuche von v. Frisch, die wir, unserer Aufgabe entsprechend, stark vereinfachen.

## v. Frischs Versuche zur Feststellung des Farbensinnes der Honigbiene

### Die Versuchsanordnung

Benötigtes Material: Glasplatte, mindestens 2 mm dick (starkes Fensterglas), etwa 40 x 40 cm gross, Uhrengläser oder andere, durchsichtige Schälchen, 8 quadratische (etwa 12 x 12 cm), verschieden stark belichtete Fotopapiere<sup>1</sup> (von weiss bis schwarz), gleich grosse Farbpapiere in den Farben blau, gelb, rot und grün, einen Tisch, Zuckerwasser (sehr süß!), zum «Andressieren» ein Stück Honigwabe.

### Das Andressieren

Je nachdem wie weit der nächste Bienenstock entfernt ist, dauert das Anlocken einer genügend grossen Anzahl Bienen kürzere oder längere Zeit. In ländlichen Gegenden wird es aber mit einiger Geduld immer gelingen.

An schönen Tagen breiten wir ein blaues Papier über ein Brett. Darauf legen wir ein Stück Honigwabe. Das beladene Brett bringen wir auf den Fenstersims, oder, wenn ebenerdig, auf einen Tisch vor das Fenster. Kriegt man kein Wabenstück, so gelingt der Versuch auch mit reinem Bienenhonig, den man auf einen flachen Teller streicht. Haben die Bienen die Honigquelle einmal entdeckt, so wird Zuckerwasser oder Honigwasser in kleinen Schälchen gefüttert. Dann rücken wir die Versuchsanordnung langsam über den Fenstersims ins Zimmer hinein auf einen am Fenster stehenden Tisch. Der Tisch muss unmittelbar in Fensternähe bleiben, damit sich keine abfliegenden Bienen ins Klassenzimmer verirren.

Die Gefahr, von Bienen gestochen zu werden, ist äusserst gering, Voraussetzung ist, dass die Schüler, wenn sie beobachten, keine heftigen Bewegungen machen und nicht laut reden (gute

<sup>1</sup> Für die zum Versuch notwendigen Graupapiere eignet sich verschieden stark belichtetes Fotopapier am besten. Färben wir die Grauquadrate selber, so können wir zu ganz falschen Resultaten kommen, weil sich Zinkweiss und Bleiweiss gegenüber Ultraviolet verschieden verhalten und Bienen Ultraviolet wahrnehmen.

Disziplinübung!). Erhöhte «Stechgefahr» besteht lediglich an schwülen, gewitterten Tagen, sonst aber sind die Bienen am Futterbrett äusserst friedlich gestimmt.

Für alle Fälle können wir ja beim Schularzt, den wir über unsere Versuche orientieren, Tabletten beziehen, falls doch einmal eine Biene stechen sollte.

Sobald wir eine Anzahl Bienen haben, die zu bestimmten Stunden (Zeitdressur) das Futterbrett anfliegen, können wir mit den eigentlichen Versuchen beginnen.

### Farbdressuren

Ein Stück blaues Papier kommt in die Mitte von acht Graupapieren (siehe Abb. 1). Die Versuchsanordnung wird mit der Glasplatte überdeckt. Diese sollte, um allzu starke Geruchsspuren auszu-

weiss	grau 1	grau 2
grau 3	blau	grau 4
grau 5	grau 6	schwarz

Abb. 1

schalten, von Zeit zu Zeit mit einem feuchten Lappen abgewischt werden. Auf jedes Feld kommt ein Futterschälchen, gefüttert wird aber nur auf dem blauen Papier. Sobald die Bienen eindeutig das blaue Papier anfliegen und sich auf diesem sammeln, wechseln wir den Standort von Blau. Wir stellen fest, dass die Bienen das blaue Feld sofort anfliegen, auch wenn es sich nun an einer andern Stelle befindet. Zur Kontrolle stellen wir nun auf das blaue Feld ein leeres, auf ein Graufeld dagegen ein volles Schälchen (Zuckerwasser; bei Honigwasser orientieren sich die Bienen eventuell nach dem Geruch). Die Bienen fliegen immer noch die blaue Farbe an, auch wenn es jetzt dort nichts mehr zu holen gibt.

Wir folgern daraus: Blau wird von den Bienen als Farbe erkannt und nicht mit grau verwechselt.

Wir wiederholen nun den gleichen Versuch mit Gelb und stellen fest, dass die Bienen auch gelb von grau unterscheiden.

Im nächsten Versuch füttern wir wieder auf blau, belassen aber das gelbe Feld in

der Versuchsanordnung. Wir sehen, dass sich die Bienen nach relativ kurzer Zeit nur noch auf dem blauen Feld nieder lassen, folglich gelb und blau sicher von einander unterscheiden.

Wenn wir Zeit genug haben, können wir auch zeigen, dass eine Umdressur von gelb auf blau bedeutend weniger Zeit braucht als die Umdressur von blau zu gelb. Bienen bevorzugen also spontan die blaue Farbe.

Nun ersetzen wir das Farbpapier durch dunkelrot. Sofort stellen wir fest, dass die Bienen das rote Feld dauernd mit den dunkelgrauen Feldern verwechseln. Das wird eindeutig klar, wenn wir im zweiten Teil des Versuches den Standort von Rot verschieben. Die Bienen sind rotblind ebenso versagt die Dressur auf Grün. Grün wird, je nach der Helligkeit der grünen Papiers, mit einem helleren oder dunkleren Grau verwechselt.

Eigentlich interessant wird nun aber die Versuchsreihe, wenn wir die Blütenblätter des roten Klatschmohns quadratisch zuschneiden und unter eine Glasplatte legen und dieses Rot gegen ein gleichfarbiges Papierrot anbieten. Wir stellen zweideutig fest: Die Bienen unterscheiden das Mohnrot von Grau, sie unterscheiden aber auch Mohnrot von Papierrot, auch wenn für unsere Augen kein Farbumterschied besteht. Mohnrot wird also als Farbe gesehen, aber wie?

Noch verblüffender wird der Einblick in die fremde Welt der Bienen, wenn wir ein Stück Papier mit Bleiweiss, das andererseits aber mit Zinkweiss färben. Die Bienen unterscheiden die beiden Weiß mit absoluter Sicherheit. Sie sehen also eine Farbe die wir nicht sehen können, nämlich Ultraviolet.

Der Mensch sieht die Grundfarben Gelb, Blau und Rot, die Biene jedoch die Farben Gelb, Blau und Ultraviolet. Mischungen ergeben für die Biene Kombinationen, die wir uns nicht vorstellen können, weil sie für uns nicht existieren; z. B. Blau + Ultraviolet ein «Bienenviolett», aus Gelb und Ultraviolet ein «Bienenpurpur». Rote Rosen und rote Dahlien sind für die Biene schwarz, roter Mohn jedoch ultraviolet. Gelbe Blüten können, weil sie zum Teil auch Ultraviolet reflektieren für die Bienen unterschiedlich aussehen, sie sind z. B. die schönen gelben Rapsfelder für die Bienen «Bienenpurpur», Gras dagegen eintönig grau.

Versuchen wir einmal ein Blumenbeet im Garten nun mit Bienenäugern zu betrachten und auf einem Skizzenblatt auszuzeichnen. Es entsteht da eine uns völlig fremde Welt.

Haben wir einmal eine Anzahl Bienen sicher auf unser Futterbrett dressiert, und wollen wir noch weitere Einblicke in die Sehwelt der Bienen nehmen, so können wir anschliessend an die Farbversuche noch einfache Versuche über das Formensehen ansetzen. Weil Bienen die blaue Farbe spontan bevorzugen, schneiden wir dazu Figuren aus blauem Papier. Wir füttern z. B. auf einem Kreis und legen daneben ein Kreuz, dessen Achsen dem Kreisdurchmesser entsprechen, also für uns zwei völlig verschiedene Figuren. Sobald wir aber das Futter wegnehmen und die Standorte der beiden Figuren austauschen, sehen wir, dass die Bienen nicht imstande sind, Kreis und Kreuz zu unterscheiden.

Sobald wir jedoch die Figuren aufgliedern, so ergibt sich ein völlig anderes Bild (Abb. 2). Gefüttert wird nun während einiger Zeit nur auf den Figuren 1a, 1b und 1c. Nach etwa dreistündiger Dressur (Vormittag) werden die Figuren ausgewechselt: 1a kommt an die Stelle von 2b, 1b an die Stelle von 2c und 1c an die Stelle von 2a.

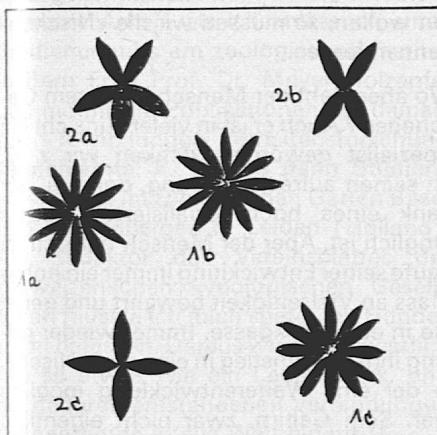


Abb. 2

Während einer Zählzeit von fünf Minuten versammelten sich in einem durchgeföhrten Versuch auf 1a, 1b und 1c total 74 Bienen; auf 2a, 2b und 2c total 3 Bienen.

In einem zweiten Versuch war das Ergebnis nicht so eindeutig, aber immerhin doch noch signifikant: auf 1a, 1b und 1c total 75 Bienen; auf 2a, 2b und 2c total 22 Bienen.

Wir folgern daraus:

Einfache, geometrische Figuren haben für die Bienen keine Bedeutung, sie unterscheiden sie nicht voneinander.

Stark gegliederte, an Blumenformen sich annehmende Figuren werden jedoch eindeutig unterschieden.

### Anmerkung

Diese Versuche sind stark vergröbert und entbehren wissenschaftlicher Genauigkeit. Es müssten, sollten sie beweiskräftig sein, verschiedene Fehlerquellen ausgemerzt werden (z. B. Ortsdpressuren, Geruch, gegenseitige Beeinflussung der Bienen u.a.m.), aber wir kommen auch so zu verwertbaren Ergebnissen, die dem Primarschüler wenigstens eine Ahnung geben, dass unsere Seh-, Hör- und Geruchswelt nicht absolut ist. Es gibt Dinge zwischen Himmel und Erde, die wir weder sehen, noch hören, noch riechen, noch erstaunen können. Zu glauben, sie seien nicht da, wäre vermessen. Schon die Bienen zeigen uns, dass es Farben gibt, die wir nicht sehen, darum nicht wissen können, wie sie überhaupt sind.

### Nebenergebnisse

Bienen können am Futterbrett mit einem feinen Malpinsel und Schellack markiert werden. Sie werden dadurch keineswegs vergrämt. Man tupft ihnen einen kleinen Farbkreis auf den Thorax. Mit den drei Farben Blau, Gelb und Rot lassen sich genügend Kombinationen erzielen, um eine grössere Anzahl Bienen individuell zu kennzeichnen (Abb. 3).

Anhand dieser Markierungen ergab sich zum Beispiel am 13. Juni, einem warmen Sommertag, folgendes Beobachtungsprotokoll:

Kein Futter in den Schälchen:

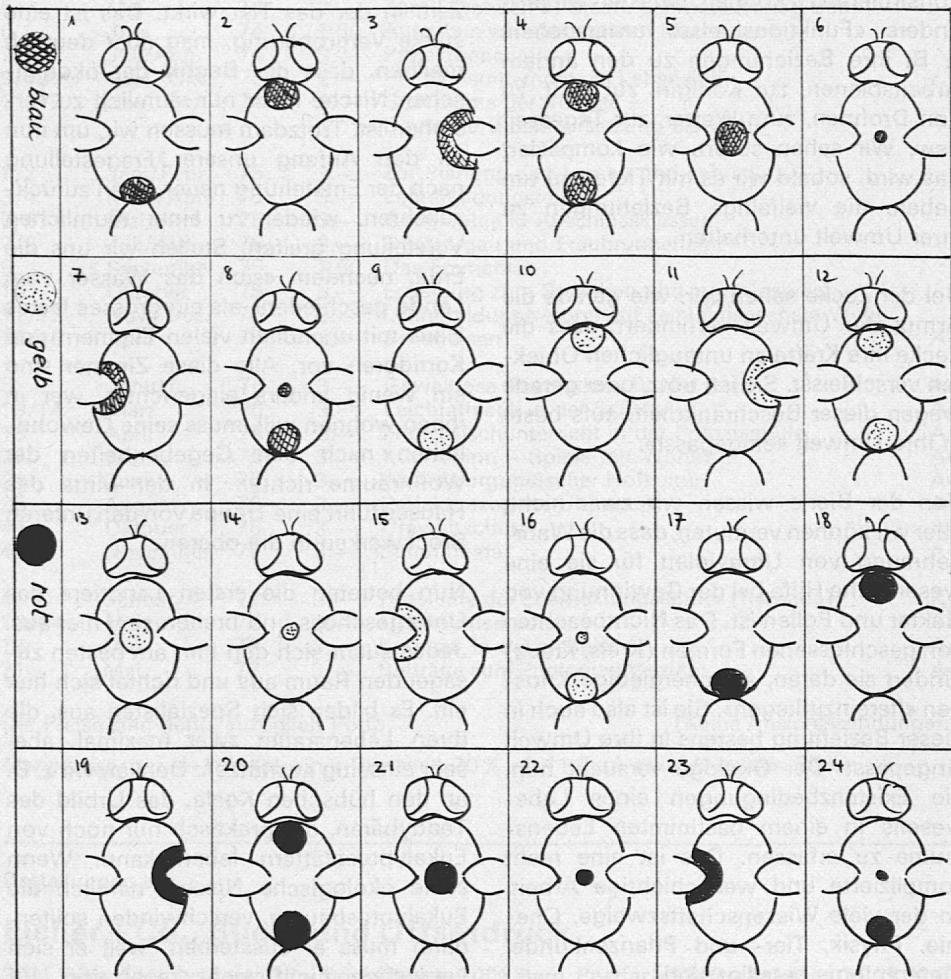
8.50 Uhr Nrn. 10 und 16 kommen zu den Schälchen und fliegen wieder ab  
8.51 Uhr Nr. 11  
8.55 Uhr Nr. 22  
8.56 Uhr Nr. 16

Es wird Futter in die Schälchen gegeben:

8.58 Uhr Nrn. 10 und 17 trinken und fliegen ab  
9.00 Uhr Zwei ungezeichnete Bienen trinken und fliegen ab  
9.05 Uhr 9 Bienen am Schälchen  
9.16 Uhr 14 Bienen am Schälchen  
9.18 Uhr 10 Bienen am Schälchen  
9.30 Uhr 22 Bienen am Schälchen

Was wir daraus schliessen können: Die Futterquelle wird dauernd von Kundsafterinnen besucht. Sobald Futter da ist, alarmieren sie die andern, und innerhalb kurzer Zeit herrscht reger Betrieb am Futter.

Abb. 3



## Anlocken anderer Bienen

Während die Bienen Zuckerwasser trinken, stellen sie ihren Hinterkörper (Abdomen) schräg aufwärts, zittern damit und fächeln rasch mit den Flügeln. Vermutlich sondern sie dabei Duftstoffe aus ihrem Duftorgan ab und locken so zufällig vorbeifliegende Bienen an.

Wo viele Bienen versammelt sind, da fliegen weitere hinzu. Eine solche Ansammlung kann stärker wirken als die adressierte «Futterfarbe».

## Die ökologische Nische

Wir haben nun aus der Umwelt der Biene einen einzigen «Baustein» herausgeplückt, nämlich ihre Beziehung zu den Farben und Formen der Blumen. Wir müssten nun noch in Erfahrung bringen, wie ihre Geruchsbeziehungen zu den Blumen sind, dann hätten wir einen «Funktionskreis», nämlich das Suchen von Nektar und Pollen, ausgeleuchtet.

Um die gesamte Umwelt der Biene rekonstruieren zu können, müssten wir jetzt andere «Funktionskreise» untersuchen, z. B. ihre Beziehungen zu den andern Arbeitsbienen, zur Königin, zur Brut, zu den Drohnen, zum Wetter, zur Tageszeit usw. Wir sehen sofort, wie kompliziert das wird, sobald wir es mit Tieren zu tun haben, die vielfältige Beziehungen zu ihrer Umwelt unterhalten.

Bei der Zecke sahen wir, wie gerade die Armut der Umwelt verhindert, dass die Zecke ihre Kräfte an untauglichen Objekten verschleisst. Sie ist, trotz, oder gerade wegen dieser Beschränktheit, aufs beste in ihre Umwelt eingepasst.

Von der Biene wissen wir zwar nicht, aber wir können vermuten, dass die Wahrnehmung von Ultraviolett für sie eine wesentliche Hilfe bei der Gewinnung von Nektar und Pollen ist. Das Nichtbeachten von geschlossenen Formen (Kreis, Kreuz) hindert sie daran, auf unergiebige Knospen «hereinzufliegen». Sie ist also auch in dieser Beziehung bestens in ihre Umwelt eingepasst. Der Ökologe versucht nun, die Existenzbedingungen eines Lebewesens in einem bestimmten Lebensraume zu erfassen. Das ist eine recht komplizierte und weitschichtige Arbeit, an der viele Wissenschaftszweige, Chemie, Physik, Tier- und Pflanzenkunde, Meteorologie beteiligt sind.

Er wird dabei erkennen, dass jedes Lebewesen Bestandteil des Ganzen ist, Glied einer langen Kette.

Wir haben am Beispiel der Zecke gesehen, wie ein Lebewesen sich seine eigene Umwelt aufbaut und darin lebt und wirkt. Diesen Lebensraum bezeichnet man etwa auch als «ökologische Nische», wobei aber nicht an eine wirkliche Nische, an einen Schlupfwinkel gedacht werden darf, sondern an den arteigenen Lebensraum. Es muss also sehr viele ökologische Nischen geben, eigentlich so viele, wie Tier- und Pflanzenarten.

Versuchen wir, das an einem Beispiel zu veranschaulichen: Mäusebussard und Waldkauz bewohnen die gleichen Lebensräume, nämlich die Waldränder, von wo aus sie freien Flug aufs offene Feld haben. Sie jagen hier praktisch die gleichen Beutetiere. Beide müssten sich also beim Nahrungserwerb stark konkurrieren, der eine den andern bei Nahrungsmangel verdrängen. Doch dazu kommt es nicht, weil der eine am Tag, der andere in der Nacht jagt. Die ökologische Nische des Bussards sind Waldränder, offenes Feld, kleine Nagetiere *bei Tag*, die ökologische Nische des Waldkauzes zwar dieselben Objekte, aber *bei Nacht*. Die ökologische Nische umfasst also auch die Zeit, in der das Tier wirkt. Das ist eine starke Vergrößerung, mag aber deutlich machen, dass der Begriff der ökologischen Nische nicht nur räumlich zu verstehen ist. Trotzdem müssen wir, um nun an den Anfang unserer Fragestellung nach der Entstehung neuer Arten zurückzukehren, wieder zu einer räumlichen Vorstellung greifen. Stellen wir uns die Erde, nachdem «sich das Wasser vom Lande geschieden» als ein grosses leeres Haus mit unendlich vielen Zimmern und Korridoren vor. Alle diese Zimmer sind ein wenig anders eingerichtet, wer in ihnen wohnen will, muss seine Gewohnheiten nach den Gegebenheiten der Wohnräume richten. In der Mitte des Hauses führt eine Treppe von den unteren Stockwerken in die oberen.

Nun betreten die ersten Landtiere das Untergeschoss und breiten sich hier aus. Jedes sucht sich den ihm am besten zugänglichen Raum aus und richtet sich hier ein. Es bilden sich Spezialisten aus, die ihren Lebensraum zwar maximal, aber sehr einseitig ausnutzen. Denken wir z. B. an den hübschen Koala, das Urbild des Teddybären, der praktisch nur noch von Eukalyptusblättern leben kann. Wenn seine ökologische Nische, nämlich die Eukalyptusbäume, verschwinden sollten, dann muss er aussterben, weil er sich vermutlich nicht mehr rechtzeitig auf

andere Kost umstellen kann. Er ist in eine Sackgasse geraten aus der es keinen Rückweg mehr gibt. Viele Tierarten sind im Laufe der Erdgeschichte ausgestorben, weil sich ihre Umwelt änderte und sie sich nicht mehr rechtzeitig anpassen konnten. Andere jedoch behielten vorläufig eine grössere Vielseitigkeit, sie blieben gleichsam in der Nähe der Treppe stehen. Sie konnten, als es in den Nischen des Erdgeschosses zu eng wurde, ins obere Stockwerk umsteigen und sich hier wieder ausbreiten. So eroberten sich vermutlich einige Reptilien den Luftraum und wurden zu Vögeln. Und so wurde das ganze Haus allmählich von unten nach oben besiedelt und ist heute, so scheint es wenigstens, bis in die hinterste Ecke besetzt. Für die meisten gibt es wohl kaum mehr ein Umsteigen in andere Nischen, alle sind sie mehr oder weniger zu Spezialisten geworden. Wird ihre Nische zerstört, so müssen sie aussterben. Der Mensch hat im Laufe der letzten Jahrhunderte viele dieser Nischen zerstört und zerstört immer wieder neue. Er hat auf diese Weise viele Tiere und Pflanzen ausgerottet undrottet immer noch aus.

Wenn wir diesem Ausrotten Einhalt gebeten wollen, so müssen wir die «Nischen» kennen lernen.

Wo aber steht der Mensch in diesem Geschehen? Auch er ist in vieler Hinsicht ein Spezialist geworden, denken wir z. B. an seinen aufrechten Gang, der u. a. nur dank eines hochspezialisierten Fusses möglich ist. Aber der Mensch hat sich im Laufe seiner Entwicklung immer ein hohes Mass an Vielseitigkeit bewahrt und gelang nie in eine Sackgasse. Immer wieder gelang ihm der Umstieg in eine neue Nische, in der eine Weiterentwicklung möglich war. Sein Gehirn, zwar nicht eigentlich spezialisiert, aber doch so strukturiert, dass es ganz neue Funktionen entwickeln konnte, z. B. eine Sprache, befähigte ihn, sich immer wieder neuen Situationen anzupassen. Seine Hand entspricht immer noch dem Grundbauplan der Säugetierhand, aber sie hat einige wichtige Spezialisierungen durchgemacht, so die einzigartige Beweglichkeit des Daumens und die Fähigkeit, den Unterarm über Elle und Speiche zu drehen. So wurde die Hand zum Universalwerkzeug des Gehirns. Der Mensch konnte und kann sich immer wieder neue Lebensräume erschliessen, allerdings auf Kosten derjenigen, die diese Räume bereits besetzt halten. Er ist, wenn wir beim Bilde des Hauses bleiben wollen, immer in der Nähe der Treppe geblieben und so von Stockwerk zu Stockwerk gestiegen. Geht dieser Aufstieg noch weiter? «Der Übergang vom Affen zum Menschen sind wir», sagt K. Lorenz.

Ein exemplare der beiden letzten Hefte sind noch erhältlich bei der Buchdruckerei Eicher & Co., Speichergasse 33, 3011 Bern. Einzelne Hefte sind nach der Veröffentlichung in der «Schulpraxis» erschienen in der Reihe «Lese-, Quellen- und Übungshefte» des Verlags Paul Haupt, Bern. Für alle übrigen Hefte, von denen auch die frühesten nach wie vor wertvolle Unterrichtshilfen sind, sei auf Bibliotheken verwiesen.

In unserem Verzeichnis ist freilich nur ein kleiner Teil der Publikationen von Hans Räber erwähnt. Ausser im «Schweizer Schulfunk» sind sie zu finden in in- und ausländischen Zeitschriften für Ornithologie und Kynologie. Neben populärwissenschaftlichen Publikationen wie dem *Brevier neuzeitlicher Hundezucht* liegen mehrere wissenschaftliche Werke vor. Hier der Titel des letzten davon:

M. Meyer-Holzapfel / H. Räber: Zur Ontogenese des Beutefanges beim Waldkauz, Beobachtungen und Experimente. Behaviour 1973.

Zur Entwicklung seiner wissenschaftlichen Tätigkeit hält Hans Räber in einem Brief an die Redaktion fest: «System kam in meine Arbeit, als ich anlässlich eines Studienurlaubs am zoologischen Institut in Bern Frau Prof. Dr. Meyer-Holzapfel und mit ihr die Publikationen der damals noch recht jungen Verhaltensforschung kennlernte. Es folgten dann Studienaufenthalte im zoologischen Garten Basel und bei Tinbergen in Leiden (Holland). Als Redaktor des Vereinsblattes der schweizerischen kynologischen Gesellschaft musste ich mich später mit Hundezucht befassen. Daraus wurde schliesslich fast so etwas wie ein Lebenswerk, und die dadurch entstandenen Verbindungen reichen heute in alle Welt hinaus.»

Im Jahr 1975 verlieh die Universität Bern Hans Räber den Titel eines Dr. honoris causa. Mit der Wiedergabe der Laudatio schliessen wir unsere Hinweise auf den Autor dieses Heftes:

*Hans Räber, dem bedeutenden Kynologer, der sich unermüdlich für eine biologisch fundierte Hundezucht einsetzt, der auf diesem Gebiet wichtige Untersuchungen ausgeführt und angeregt hat, und dem wir ein vorzügliches Werk über die schweizerischen Hunderassen verdanken; dem Mann eigener Kraft, der unter erschwerten Bedingungen auch als Verhaltensforscher Wesentliches geleistet hat*

## Liste der lieferbaren Hefte der «Schulpraxis» (Auswahl)

Nr.	Monat	Jahr	Preis	Titel
1/2	Jan./Febr.	70	4.—	Lebendiges Denken durch Geometrie
4	April	70	1.50	Das Mikroskop in der Schule
8	August	70	1.50	Gleichnisse Jesu
11/12	Nov./Dez.	70	3.—	Neutralität und Solidarität der Schweiz
1	Januar	71	1.50	Zur Pädagogik Rudolf Steiners
2/3	Febr./März	71	3.—	Singspiele und Tänze
4	April	71	3.—	Ausstellung «Unsere Primarschule»
5	Mai	71	2.—	Der Berner Jura – Sprache und Volkstum
6	Juni	71	3.—	Tonbänder, Fremdsprachenunterricht im Sprachlabor
7/8	Juli/Aug.	71	2.—	Auf der Suche nach einem Arbeitsbuch zur Schweizergeschichte
9/10	Sept./Okt.	71	2.—	Rechenschieber und -scheibe im Mittelschulunterricht
11/12	Nov./Dez.	71	3.—	Arbeitsheft zum Geschichtspensum des 9. Schuljahrs der Primarschule
1	Januar	72	1.50	Von der menschlichen Angst und ihrer Bekämpfung durch Drogen
2	Februar	72	1.50	Audiovisueller Fremdsprachenunterricht
3	März	72	2.—	Die Landschulwoche in Littewil
4/5	April/Mai	72	3.—	Das Projekt in der Schule
6/7	Juni/Juli	72	4.—	Grundbegriffe der Elementarpolymerphysik
8/9	Aug./Sept.	72	3.—	Seelenwurzgarten – Mittelalterliche Legenden
10/11/12	Okt.–Dez.	72	4.—	Vom Fach Singen zum Fach Musik
1	Januar	73	3.—	Deutschunterricht
2/3	Febr./März	73	3.—	Bücher für die Fachbibliothek des Lehrers
4/5	April/Mai	73	3.—	Neue Mathematik auf der Unterstufe
6	Juni	73	2.—	Freiwilliger Schulsport
9/10	Sept./Okt.	73	3.—	Hilfen zum Lesen handschriftlicher Quellen
11/12	Nov./Dez.	73	3.—	Weihnachten 1973 – Weihnachtsspiele
1	Januar	74	2.—	Gedanken zur Schulreform
2	Februar	74	1.50	Sprachschulung an Sachthemen
3/4	März/April	74	3.—	Pflanzen-Erzählungen
5	Mai	74	2.—	Zum Lesebuch 4, Staatl. Lehrmittelverlag Bern
6	Juni	74	1.50	Aufgaben zur elementaren Mathematik
7/8	Juli/Aug.	74	3.—	Projektberichte
9/10	Sept./Okt.	74	2.—	Religionsunterricht als Lebenshilfe
11/12	Nov./Dez.	74	3.—	Geschichte der Vulgata – Deutsche Bibelübersetzung bis 1545
1/2	Jan./Febr.	75	3.—	Zur Planung von Lernen und Lehren
3/4	März/April	75	3.—	Lehrerbildungsreform
5/6	Mai/Juni	75	3.—	Geographie in Abschlussklassen
7/8	Juli/Aug.	75	3.—	Oberaargau und Fraubrunnenamt
9	September	75	1.50	Das Emmental
10	Oktober	75	3.—	Erziehung zum Sprechen und zum Gespräch
11/12	Nov./Dez.	75	3.—	Lehrerbildungsreform auf seminaristischem Wege
15/16	April	75	4.—	Schulreisen
5	Januar	76	3.—	Gewaltlose Revolution, Danilo Dolci
13/14	März	76	3.—	Leichtathletik in der Schule
18	April	76	3.—	Französischunterricht in der Primarschule
22	Mai	76	3.—	KLUNGSINN – Spiele mit Worten
26	Juni	76	3.—	Werke burgundischer Hofkultur
35	August	76	3.—	Projektbezogene Übungen
44	Oktober	76	3.—	Umweltschutz
48	November	76	3.—	Schultheater
4	Januar	77	3.—	Probleme der Entwicklungsländer (Rwanda)
13/14	März	77	3.—	Unterrichtsmedien
18	Mai	77	3.—	Korbball in der Schule
21	Mai	77	3.—	Beiträge zum Zoologieunterricht

Die Preise sind netto, zuzüglich Porto

(Keine Ansichtssendungen)

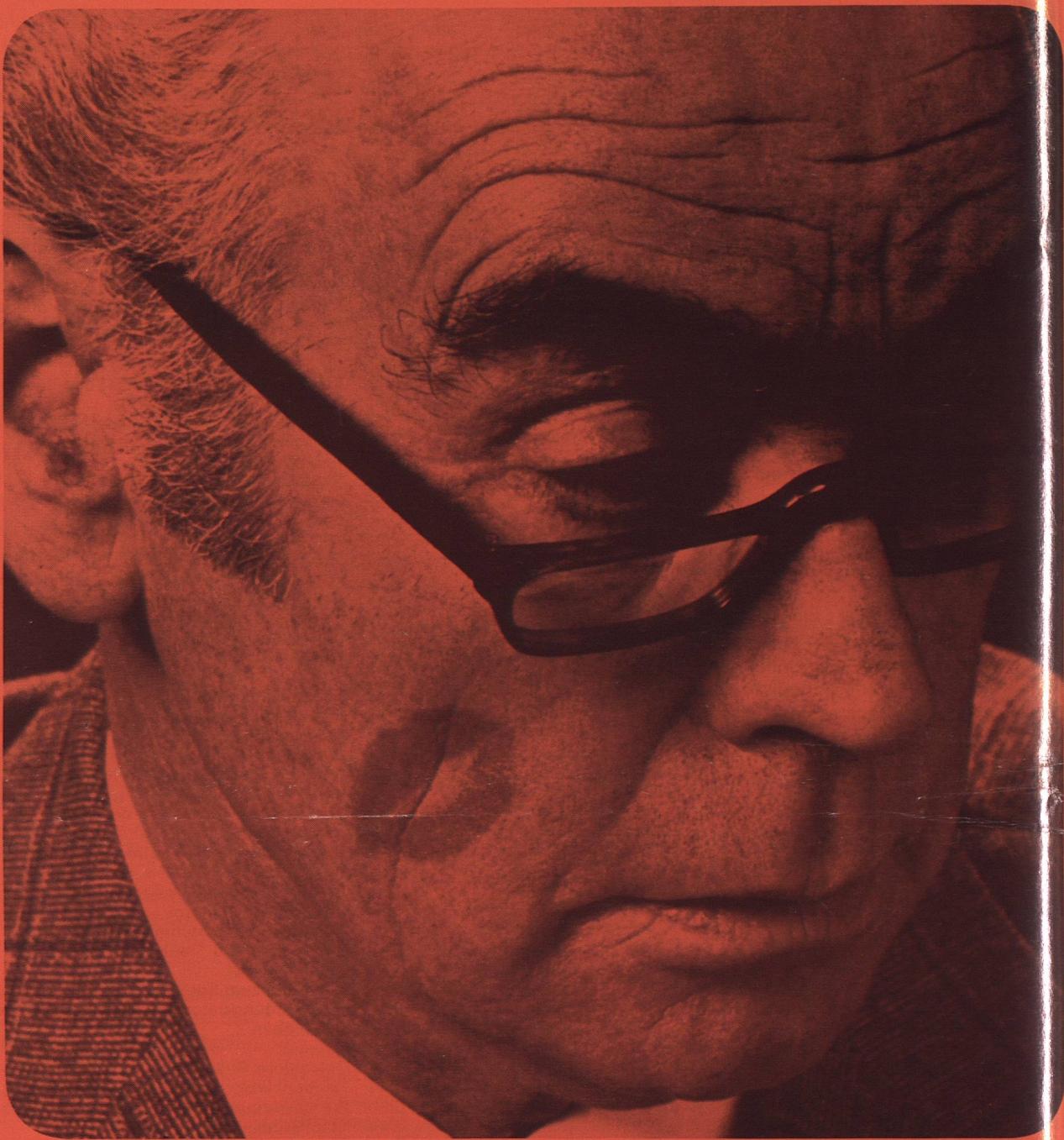
Mengenrabatte: 4–10 Expl. einer Nummer: 20%, ab 11 Expl. einer Nummer: 25%.

Bestellungen an:

**Eicher + Co., Buch- und Offsetdruck**

3011 Bern, Speichergasse 33 – Briefadresse: 3001 Bern, Postfach 1342 – Telefon 031 22 22 56

# DAS INSERAT



## Das Inserat bleibt haften.

Gelesenes wird besser erinnert als nur Gehörtes oder flüchtig Gesehenes. Das lehrt nicht nur die Erfahrung, auch wissenschaftliche Untersuchungen beweisen das. Warum sonst wollen wir in der Zeitung oder in Büchern hinterher noch einmal nachlesen, was wir am Radio gehört oder am Bildschirm gesehen haben? Das gilt auch für Ihr Angebot.



**Am Anfang jeder starken Werbung steht das Inserat.\***

Die Schweizerischen Zeitungen und Zeitschriften

\* Vor grösseren Anschaffungen konsultieren Käufer Inserate 5 x häufiger als jedes andere vergleichbare Werbemittel. Dies ist keine leere Behauptung, sondern ein vielfach erhärtetes Forschungsergebnis.