

# Die Schutzeinrichtungen der Samen und Früchte gegen unbefugten Vogelfrass.

Von

Willy Liebmann, Erfurt.

## Einleitung.

Im Gegensatze zu den grünen, chlorophyllhaltigen Pflanzen, die aus anorganischem Material organische Substanzen zu erzeugen vermögen, bedürfen alle Tiere zur Erhaltung ihres Daseins organischer Nahrung, und zwar geht diese im letzten Grunde in allen Fällen, auch bei den Fleischfressern, zurück auf die Tätigkeit der Pflanzen. Daher muß jede Pflanze der Tierwelt ihren Tribut zollen, und es gibt kaum eine, die vollständig verschont würde.

In erster Linie sind es die Blätter, gegen die sich die Angriffe der Tiere richten. In der Tat scheinen diese meist weichen und saftigen Teile zum Genuß besonders geeignet zu sein, sowohl für niedere, wie auch für höhere Tiere. Es ist jedoch bekannt, daß sämtlichen Pflanzen, auch scheinbar ganz wehrlosen, irgendwelche Einrichtungen zu Gebote stehen, mittelst deren sie die wichtigsten tierischen Feinde abhalten können; eine Pflanze ohne jedes Schutzmittel wäre ganz undenkbar, weil sie sofort ihres guten Geschmacks und ihrer leichten Erreichbarkeit halber von den Tieren ausgerottet werden würde. Keine aber von diesen Einrichtungen ist so vollkommen, daß sie alle Feinde abschrecken könnte; meist geht der Schutz nur so weit, daß die Erhaltung des Individuums gerade gesichert ist. Bisweilen bilden sogar gewisse Tiere Gegenanpassungen aus, durch die es ihnen ermöglicht wird, bestimmte Pflanzen trotz ihrer Abwehrmittel zu verzehren; in extremen Fällen sind die betreffenden Tiere auf das Vorhandensein solcher durch ein bestimmtes Mittel geschützten Pflanzen angewiesen, ohne die sie zugrunde gehen würden. Ein bekanntes Beispiel der letzten Art bietet die Raupe des Wolfsmilchschwärmers (*Sphinx euphorbiae*), die von *Euphorbia cyparissias* lebt, einer Pflanze,

die wegen ihres giftigen Milchsafte von allen anderen Tieren gemieden wird. Solche Tiere, die sich von einer verhältnismäßig kleinen Zahl von Pflanzen nähren, deren Schutzeinrichtungen ihnen gegenüber wirkungslos sind, hat STAHL<sup>1)</sup> als Spezialisten bezeichnet, ein Ausdruck, der auch in vorliegender Arbeit wiederholt gebraucht werden wird. Im Gegensatz dazu nennt man die übrigen Tiere, die alles vertilgen, was nur einigermaßen genießbar ist, Omnivoren; diese sind es, gegen die die mannigfaltigen Abwehrmittel der Pflanzen wirksamen Schutz gewähren.

In zweiter Linie müssen aber auch die Samen und Früchte erhalten; sie sind als Nahrung deshalb besonders wertvoll, weil in ihnen eine Menge von Reservestoffen aufgespeichert sind. Während den Blättern auch zahlreiche niedere Tiere, z. B. Raupen und Schnecken, beizukommen vermögen, werden die Samen und Früchte nur von den Wirbeltieren heimgesucht; es soll dabei abgesehen werden von den Larven gewisser Insekten, die ihre Eier in jungen Fruchtknoten abzulegen pflegen. Diese geringere Anzahl von Feinden ist erklärlich, wenn man bedenkt, daß in der Regel die Samen und Früchte viel größere Ansprüche an die Mundwerkzeuge der Angreifer stellen als die Blätter, denn ein großer Teil der Samen und Früchte ist im Gegensatze zu den meisten Blättern hart und trocken. Allerdings gibt es auch fleischige Früchte, die ähnlich wie die Blätter eine weiche und saftige Beschaffenheit haben — daher werden hauptsächlich diese von den eben erwähnten Insektenlarven verzehrt — aber ihr Fleisch ist gerade deshalb von größter Bedeutung, weil sie von gewissen anderen Tieren gefressen werden sollen; die Hauptsache ist jedoch auch hier, daß nicht alle Teile dieser Früchte weich und saftig geworden sind, sondern nur diejenigen, die für die Fortpflanzung selbst nicht in Betracht kommen.

Es sind vor allen Dingen zwei Klassen der Wirbeltiere, die sich von Samen und Früchten nähren, nämlich die Vögel und Säugetiere. Selbstverständlich müssen die Pflanzen auch gegen diese gefährlichen Feinde Schutzeinrichtungen besitzen, denn sie bedrohen zwar nicht die Existenz des Individuums, wohl aber die der Art. Es soll der Zweck der vorliegenden Arbeit sein, diese Schutzeinrichtungen experimentell zu untersuchen, und zwar sollen allein die Vögel berücksichtigt werden, die ja auch in dieser Frage eine wichtigere Rolle spielen dürften als die Säugetiere.

Noch ein Umstand aber muß erwogen werden. Die genannten

1) STAHL, Pflanzen und Schnecken, Jena 1888, p. 13.

Tiere haben die Fähigkeit der willkürlichen und schnellen Ortsveränderung, die den Pflanzen bekanntlich fast vollständig fehlt. Jedoch auch für pflanzliche Gebilde ist es unter Umständen vorteilhaft, an einen anderen Ort zu gelangen, wenn es sich nämlich um die Verbreitung der Samen und Früchte handelt. Manche Pflanzen haben sich nun die größere Beweglichkeit ihrer tierischen Feinde, in unserem Falle also der Vögel und Säugetiere, zu nutze gemacht, um diesen Zweck zu erreichen; es haben sich an den Samen und Früchten entweder Organe ausgebildet, mit denen sie sich an die Tiere anzuheften vermögen (epizoische Verbreitung), oder solche, die die Tiere einladen, die Früchte zu verzehren und die darin befindlichen Samen auf irgendeine Art keimfähig wieder abzugeben (endozoische Verbreitung). Die letztere Verbreitungsart findet bei den oben erwähnten fleischigen Früchten statt. Also auch hierbei hat man es mit Vogelfraß (und Säugetierfraß) zu tun, aber er gereicht den Pflanzen selbst zum Vorteil; deshalb kann man in diesem Falle keine Schutzeinrichtungen, sondern nur Anlockungsmittel erwarten. Die Untersuchungen dürfen sich also nicht auf Vogelfraß im allgemeinen erstrecken, sondern müssen auf „unbefugten“ Vogelfraß beschränkt werden.

Bevor wir mit der eben skizzierten Aufgabe beginnen, soll ein kurzer Ueberblick über den Verdauungsapparat und die Sinnesorgane der Vögel, soweit sie im Zusammenhang mit der Nahrungsaufnahme stehen, gegeben werden; bereits aus dieser kleinen Betrachtung wird sich für unsere Zwecke manches Lehrreiche ergeben. Die folgenden Angaben sind entnommen aus Werken von BREHM<sup>1)</sup>, PAGENSTECHER<sup>2)</sup> und WIEDERSHEIM<sup>3)</sup>.

Zum Auffinden der Nahrung ist das Auge am wichtigsten, das bei den Vögeln hoch entwickelt ist; der Geruchssinn spielt nur eine untergeordnete Rolle. Erfasst wird das Futter mit dem verhornten Schnabel, und zwar herrscht in der Gestalt desselben eine große Verschiedenheit, die sich als Anpassung an die Art der Nahrungsaufnahme herausstellt.

1) BREHMS Tierleben, Vögel, Bd. I, 1891, p. 4—7 und 11—12.

2) PAGENSTECHER, Allgemeine Zoologie, Bd. II, 1877, p. 257, 266 und 288—293.

3) WIEDERSHEIM, Vergleichende Anatomie der Wirbeltiere. 6. Aufl. 1906, p. 305, 410—412 und 423.

Ein Teil der Vögel pflegt alles Genießbare ganz hinunterzuschlucken, ohne es vorher im mindesten zerkleinert zu haben; der andere Teil zerbeißt aus gleich zu erörternden Gründen die Speise mit dem Schnabel, so daß kleinere Stückchen entstehen, die sofort verschluckt werden. In keinem Falle also wird die Nahrung durch Kauen zermahlen, denn es fehlen den jetzt lebenden Vögeln die Zähne vollständig. Es ist demnach auch keine Einspeichelung möglich, mithin auch keine Vorverdauung im Munde vorhanden.

Das Innere der Mundhöhle ist meist hart und mit Hornhaut versehen. Davon macht auch die Zunge keine Ausnahme, also das Organ, das bei den Säugetieren der Hauptsitz des Geschmackes ist; sie trägt einen hornigen, häufig mit Papillen und spitzen Widerhaken versehenen Ueberzug und ist meist nicht fleischig, sondern dünn und in Fasern auslaufend. So scheint bereits die rein äußerliche Besichtigung der Mundhöhle, insbesondere der Zunge, darauf hinzudeuten, daß der Geschmackssinn, der für die Nahrungsauslese so wichtig ist, nicht hoch entwickelt sein kann, denn ein guter Geschmack fordert als chemischer Sinn notwendig ein weiches, unverhorntes Organ. Näheres über diesen Gegenstand findet sich später bei anderer Gelegenheit, p. 486—499.

Die Zunge ist aber auch bei den Vögeln durchaus nicht wertlos, nur liegt ihre Bedeutung auf einem anderen Gebiete. Ihrer ganzen Gestalt und Ausbildung nach scheint sie zum Ergreifen des Futters vorzüglich geeignet, und in der Tat spielt sie hierbei eine wichtige Rolle. Vermöge des ihr innewohnenden, bisweilen sehr gut ausgeprägten Tastsinnes (z. B. Spechte) hilft sie beim Auffinden der Nahrung; außerdem besorgt sie bei denjenigen Vögeln, die ihre Speise zerbeißen, das Hin- und Herbewegen derselben bei Vornahme dieses Aktes und wirkt bei allen Vögeln mit beim Verschlucken der Bissen, indem sie sie nach rückwärts schiebt.

Speichel wird zwar in geringen Mengen abgesondert, kommt aber fast nur beim Erfassen des Futters als Klebemittel zum Anheften von kleinen Tierchen oder Körnchen an die vorgestreckte Zunge und zum Einschmieren des Schlundes in Betracht, so daß die Nahrung besser hintergleiten kann.

Bei vielen, nicht bei allen Vögeln gelangen die verschluckten Objekte zunächst in den Kropf, eine Erweiterung der Speiseröhre, besonders bei solchen Tieren, die periodisch viel fressen. Er dient

zur vorläufigen Aufbewahrung der gleichzeitig rasch und in großen Mengen aufgepickten Speise und entläßt dieselbe allmählich in den Magen, wodurch dieser vor Ueberladung geschützt wird; außerdem findet im Kropfe eine Vorverdauung statt.

Der Magen der Vögel besteht aus zwei Abteilungen, dem Vormagen, auch Drüsenmagen genannt, und dem Muskelmagen; ersterer ist bei denjenigen Tieren besonders gut ausgebildet, denen der Kropf fehlt. Der Muskelmagen bleibt bei dem einen Teile der Vögel dünn und unansehnlich; bei dem anderen Teile aber, besonders bei Hühnern und Tauben, enthalten seine Wandungen eine dicke Lage von Muskeln, und außerdem ist seine Innenseite von einer keratinoiden Schicht überzogen, die sich in Falten und Reihen von Leisten legt. Ein wohlentwickelter Muskelmagen stellt einen ausgezeichneten Zerkleinerungsapparat dar, indem die Nahrung hier durch Hin- und Herschieben der Magenwandung unter Mitwirkung von gleichzeitig aufgenommenen Sandkörnern und kleinen Steinchen vollständig zerrieben wird. Auf diese Weise wird der mangelnde Kauapparat ersetzt; das Zerbeißen allein genügt nicht, denn es liefert immer noch viel zu große Stücke. Diejenigen Vögel nun, welche nur einen dünnen Muskelmagen besitzen, haben, wie unten gezeigt werden soll, eine Zerkleinerung ihres Futters nicht nötig, da sie nur ganz weiche Substanzen verzehren.

Der eigentliche Vogeldarm bietet außer zwei langen Blindsäcken den anderen Tieren gegenüber nichts Besonderes. Uebrigens beweist die Aufnahme von Sand und kleinen Steinchen, die bei vielen Vögeln, z. B. Dompfaff, Stieglitz, Lerchen, vorhanden ist, wie wenig empfindlich der ganze Verdauungsapparat sein muß.

Es sei schließlich noch darauf hingewiesen, daß die Quantität des Futters bei den Vögeln sehr beträchtlich ist, weil sie einen viel regeren Stoffwechsel besitzen als die übrigen Tiere; letztere Tatsache kommt auch in der gesteigerten Atmung, Herztätigkeit und Körpertemperatur, sowie vor allem in der Beschleunigung der Verdauung zum Ausdruck.

Schon der eben geschilderten anatomischen Ausbildung nach kann man die Vögel in zwei große Abteilungen gliedern. Der Hauptunterschied liegt in der Beschaffenheit des Muskelmagens; bei der ersten Abteilung ist derselbe wenig, bei der zweiten aber gut entwickelt. Ein weiteres, wenn auch nicht durchgreifendes

Merkmal besteht in der Form des Schnabels; die erste würde etwa dem Schnabel einer Amsel (Schwarzdrossel, *Turdus merula*), die zweite dem eines Grünfinken (*Chloris hortensis*) entsprechen. Beide unterscheiden sich dadurch, daß die erste mehr spitz und dünn, die zweite mehr stumpf und klobig ist; so erscheint jene zum Herausholen kleiner Tiere aus ihren Schlupfwinkeln, diese aber zum Auflesen von Sämereien auf der Erdoberfläche geeignet zu sein. Als Extrem beider Schnabelformen könnten neben anderen Vögeln der Baumkleiber (*Sitta caesia*) und der Kernbeißer (*Coccothraustes vulgaris*) gelten; es kommen jedoch auch ganz abweichende Gestaltungen vor, die durch besondere Verhältnisse bedingt sind. Ferner ist es von großer Bedeutung, daß bei der ersten Abteilung die Ränder des Schnabels häufig stumpf sind, während sie bei der zweiten zugeschärft zu sein pflegen, ein Umstand, der bei der Zerkleinerung der Nahrung ins Gewicht fällt.

Dem eben Gesagten zufolge sind die Vögel der zweiten Abteilung imstande, härteres Futter zu sich zu nehmen, denn sie können es mit dem Schnabel zerstückeln, wodurch besonders eine etwa vorhandene harte Schale entfernt wird, und mit dem Muskelmagen zermahlen; die Vögel der ersten Abteilung jedoch scheinen auf weichere Speise angewiesen zu sein. Diese aus rein anatomischen Betrachtungen gefundenen Ergebnisse werden durch Beobachtungen der Tiere bestätigt. Den einen (zweiten) Teil der Vögel bezeichnet man nämlich als „Körnerfresser“, weil sie vorwiegend von Körnern leben, also solchen Samen und Früchten, die eine mehr oder weniger harte Beschaffenheit zeigen. Der andere (erste) Teil dagegen ist unter dem Namen „Insektenfresser“ bekannt; dieser Ausdruck wird jedoch besser durch das von Vogelhändlern viel angewandte Wort „Weichfresser“ ersetzt, denn sie verzehren in der Regel nicht nur Insekten in allen Entwicklungszuständen, sondern auch andere kleine Tiere, z. B. Würmer und Schnecken, und, was für unsere Zwecke wichtig ist, fleischige Früchte, also lauter verhältnismäßig weiche Körper. Es ist klar, daß die Körnerfresser einen Zerkleinerungsapparat in Gestalt des Schnabels und vor allem des Muskelmagens notwendig brauchen, während er den Weichfressern bis zu einem gewissen Grade entbehrlich ist, so daß sie alle Nahrung unzerstückelt hinunterschlucken können (vgl. p. 448).

Als Beispiele für die Körnerfresser seien vor allem sämtliche

Finkenarten angeführt, also hauptsächlich Sperlinge, Kernbeißer, Edelfinken, Grünlinge, Zeisige, Stieglitze, Gimpel, Ammern und viele andere. Zu den Weichfressern gehören z. B. alle Säger (Sylviidae), besonders die Drosselarten, ferner die Meisen, Baumläufer, Schwalben, Spechte und andere. Beide Abteilungen sind nicht scharf voneinander getrennt; besonders in der Zeit der Not, also hauptsächlich im Winter, sind die Vögel wenig wählerisch in der Art ihrer Nahrung, alles nur irgendwie Genießbare wird vertilgt. Ferner fressen manche Körnerfresser auch zu gewöhnlichen Zeiten kleine Tiere und fleischige Früchte sowie andere weiche Substanzen, meist aber nur als Leckerbissen (Beispiel: Dompfaff; er nahm im Käfig ab und zu gern einen Mehlwurm oder verschiedene Beeren an, und im Freien kann man häufig beobachten, wie er sich an vorgerückteren Baumknospen<sup>1)</sup> labt), und auf der anderen Seite verzehren manche Weichfresser als Delikatesse auch Körner (Beispiel: Meisenarten; sie stellen den Samen von *Cannabis sativa* und Früchten von *Helianthus annuus* eifrig nach, können aber beides nicht durch Zerbeißen, sondern nur durch mühsames Aufhacken öffnen, wobei die Körner zwischen die Krallen geklemmt werden). Es gibt jedoch auch reine Körnerfresser und reine Weichfresser; so verweigert der Grünfink jede Art weicher, die meisten Säger (Sylviidae) aber harter Nahrung. Die Jungen werden, auch bei Körnerfressern, in der ersten Zeit ihres Lebens fast ausschließlich mit weichem Futter aufgezogen. Der Mangel an kleinen Tieren mag einer der Hauptgründe sein, weshalb uns viele Vögel im Winter verlassen; im großen und ganzen sind es daher Körnerfresser, die während dieser Zeit zurückbleiben.

Man könnte vielleicht in bezug auf die Beschaffenheit der Nahrung und, damit zusammenhängend, auf die Ausbildung des Schnabels und Muskelmagens noch eine dritte Abteilung bilden, nämlich eine solche, die gerade in der Mitte zwischen den beiden anderen steht. Es sind nämlich einige Familien vorhanden, von denen man nicht weiß, ob man sie zu den Körner- oder Weichfressern rechnen soll, weil sie auch unter normalen Verhältnissen alles Genießbare fressen, was ihnen zu Gesichte kommt. So ver-

---

1) Vgl. auch ALTUM, Zerstörung von Baum-, besonders Fichten- und Kieferknospen durch Vögel. Zeitschrift für Forst- und Jagdwesen, 1897, p. 223 ff.

halten sich z. B. die Raben (*Corvidae*). Nach BREHM (l. c. p. 429, 437, 444, 445, 447, 455, 459) verzehrt der Kolkrabe (*Corvus corax*) Früchte, Körner und andere genießbare Pflanzenstoffe, ferner Kerbtiere, Schnecken, Würmer und auch größere Tiere, endlich Aas. Die Saatkrähe<sup>1)</sup> (*Corvus frugilegus*) nimmt Körner und kleine Tiere zu sich; die Dohle (*Colaeus monedula*) Würmer und andere kleine Tiere, aber auch Pflanzenstoffe, namentlich Getreidekörner, Blattspitzen von Getreide, Wurzelknollen, Früchte, Beeren usw.; die Elster (*Pica rustica*) kleine Tiere aller Art, Obst, Beeren, Feldfrüchte und Körner; der Eichelhäher (*Garrulus glandarius*) kleine, auch größere Tiere, ferner Eier, Früchte, Beeren, im Herbst besonders Eicheln, Buchen- und Haselnüsse; der Unglückshäher (*Garrulus infaustus*) Tiere, Beeren und Sämereien. Außer diesen rabenartigen Vögeln könnten in dieser dritten Abteilung vielleicht auch noch einige andere Familien Platz finden, deren Aufzählung hier jedoch nicht nötig ist.

Die so unterschiedenen 3 Abteilungen sind identisch mit den 3 Gruppen, in die KERNER<sup>2)</sup> die Vögel nach einem anderen Prinzipie zerlegt hat. Er hat nämlich an die verschiedensten Vögel Samen und Früchte verfüttert, sowohl fleischige als auch nicht fleischige, ohne Rücksicht auf die Art der Nahrung zu nehmen, von der die Tiere im Freien zu leben gewohnt sind. Als Einteilungsgrund ist von ihm der Umstand benutzt worden, ob die Keimfähigkeit nach dem Durchgang durch den Vogelkörper noch erhalten war oder nicht. Bei der von ihm aufgestellten ersten Gruppe wurde von sämtlichen Samen und Früchten die Keimfähigkeit vernichtet, bei der dritten blieb sie vorhanden, während bei der zweiten Gruppe nur die steinharten Samen und Früchte unverletzt waren, die etwas weicheren aber zerstört wurden. Eine Vergleichung der bei KERNER aufgeführten Vögel mit den oben erwähnten ergibt, daß die erste Gruppe den Körnerfressern, die zweite den rabenartigen Vögeln, die dritte den Weichfressern entspricht. Nach den Erörterungen über die anatomischen Verhältnisse erscheint dieses Resultat leicht verständlich.

Auch BIRGER<sup>3)</sup> ist dieser KERNERSCHEN Einteilung gefolgt.

1) Vgl. auch RÖRIG, Untersuchungen über die Nahrung der Krähen. Deutsche landwirtsch. Gesellsch., 1898.

2) KERNER, Pflanzenleben II, 1891, p. 799.

3) BIRGER, Ueber endozoische Samenverbreitung durch Vögel. Svensk Botanisk Tidskrift, Stockholm 1907.

Er hebt bei den Vögeln der ersten Gruppe noch besonders hervor, daß die Samen und Früchte nicht immer bereits durch den Schnabel derart zerkleinert werden, daß die Weiterentwicklung in Frage gestellt ist. Nach ihm werden sie beim Verzehren durch Enten gar nicht, durch Auer-, Hasel- und Schneehühner nur unbedeutend beschädigt; im Muskelmagen findet aber auch bei diesen Tieren eine weitgehende Zermalmung statt, so daß die Keimfähigkeit nur ausnahmsweise erhalten bleibt, und zwar bei den Enten noch seltener als bei den genannten Hühnerarten. Die Finken sollen größere Samen und Früchte, wie *Hordeum vulgare*, zerhacken oder zerbeißen, kleinere aber, wie *Spergula arvensis*, *Stellaria media*, *Chenopodium album*, ganz verschlucken; keimfähig bleibt dabei natürlich nichts.

Nach diesen Erörterungen über Tierfraß im allgemeinen, Anatomie und Einteilung der Vögel, die zum Verständnis des Folgenden unbedingt nötig waren, kann mit der eigentlichen Arbeit begonnen werden. Es scheint wohl selbstverständlich, für unsere Zwecke die Samen und Früchte in fleischige und nicht fleischige zu trennen; jene werden im ersten, diese im zweiten Teile behandelt werden. Wir haben es also zunächst hauptsächlich mit Weichfressern, später mit Körnerfressern zu tun; die rabenartigen Vögel sollen hier unberücksichtigt bleiben, da sie nur eine kleine Gruppe bilden und je nach der Art der Versuche bald im ersten, bald im zweiten Teile eingeschoben werden könnten. Ferner soll in einem Anhang auf einige Schwierigkeiten beim Experimentieren mit Vögeln hingewiesen sowie Erklärungsversuche von einigen Einrichtungen gewisser Samen und Früchte gemacht werden, die als Schutzmittel nicht gegen Vögel, sondern gegen andere Tiere gedeutet werden können.

---

## I. Teil.

**Versuche mit fleischigen Früchten.**

Unter dem Namen „Fleischfrüchte“ werden bekanntlich verschiedene morphologische Gebilde zusammengefaßt, nämlich Beeren und Steinfrüchte, ferner saftige Sammel- und Scheinfrüchte sowie Arillusbildungen; neben anderen Autoren hat HILDEBRAND<sup>1)</sup> diese Verhältnisse näher behandelt. Jede einzelne dieser Früchte besteht aus zwei Teilen, nämlich aus einem weichen und saftigen, eben dem Fruchtfleische, und einem harten und trockenen, der von dem ersten in den meisten Fällen ganz, seltener nur teilweise umhüllt wird. Die nicht fleischigen Partien der Früchte enthalten die Samen mit dem Embryo; da ihre Wandungen häufig noch von einem Teile des Perikarps gebildet werden, sollen sie hier kurz als „Kerne“ bezeichnet werden ohne Rücksicht auf ihre morphologische Deutung.

Es steht seit langer Zeit fest, daß viele Vögel solche fleischigen Früchte verzehren; manche Tiere leben zeitweise nur von dieser Nahrung. Zu der Erkenntnis dieser Tatsache ist man sowohl durch direkte Beobachtungen im Freien als auch durch Sektionsbefunde gekommen. Es würde zu weit führen, wenn an dieser Stelle bei jeder einzelnen Fleischfrucht die verschiedenen Vogelarten aufgezählt werden sollten, die ihr nachstellen; ich möchte es jedoch nicht unterlassen, auf die folgende wichtigste Literatur über dieses Gebiet hinzuweisen: HILDEBRAND, Die Verbreitungsmittel der Pflanzen, Leipzig 1873, p. 27—28; E. HUTH, Die Anpassungen der Pflanzen an die Verbreitung durch Tiere (Kosmos V, 1881, Heft 4); E. HUTH, Die Verbreitung der Pflanzen durch die Exkremente der Tiere (Sammlung naturwissensch. Vorträge III<sup>1</sup>, Berlin 1889); PFEIFFER, Die Arillargebilde der Pflanzensamen (ENGLERS Botanische Jahrb., Bd. XIII, 1891), p. 533—535; LUDWIG, Lehrbuch der Biologie der Pflanzen (Stuttgart 1895), p. 369 bis 374; HESSELMANN, Einige Beobachtungen über die Verbreitung der Pflanzen (Botaniska Notiser 1897); HOLMBOE, Notizen über die endozoische Samenverbreitung der Vögel (Nyt Magazin f. Naturvidensk., Christiania 1900, Heft 4), p. 303—320; KEMPSKI,

---

1) HILDEBRAND, Die Verbreitungsmittel der Pflanzen, p. 79—84. Leipzig 1873.

Ueber endozoische Samenverbreitung und speziell die Verbreitung von Unkräutern durch Tiere auf dem Wege des Darmkanals (Diss. Rostock 1906), p. 2—15; BIRGER, Ueber endozoische Samenverbreitung durch Vögel (Svensk Botanisk Tidskrift, Stockholm 1907). Die weniger wichtige und schwieriger zugängliche Literatur vor 1873 findet man in dem genannten Buche von HILDEBRAND, p. 4—6.

Zu Experimenten mit fleischigen Früchten muß man dem in der Einleitung Gesagten zufolge Weichfresser nehmen, um natürliche Bedingungen zu geben. Welche Tiere man da auswählt, ist im Grunde genommen ganz gleichgültig; am geeignetsten fand ich, schon der Größe halber, die Schwarzdrossel (Amsel = *Turdus merula*). Die in diesem ersten Teile erwähnten Versuche sind fast sämtlich mit zahlreichen Individuen dieser Art angestellt worden; wurden andere Vögel verwandt, so findet sich eine entsprechende Bemerkung.

### 1. Verhalten der Kerne.

Da die Kerne die Träger des Keimes für die neue Pflanze sind, würde es von großem Schaden sein, wenn sie von den in Betracht kommenden Vögeln im Innern des Körpers vernichtet würden. Soll also die betreffende Pflanzenart nicht zugrunde gehen, so müssen ihre Kerne Schutzeinrichtungen gegen solchen unbefugten Vogelfraß besitzen. Das ist in der Tat der Fall, denn die Kerne werden zwar mit hinuntergeschluckt, aber sie gelangen in meist noch keimfähigem Zustande wieder ins Freie, während das Fleisch der Verdauung anheimfällt. Sie werden also innerhalb des Vogelleibes vom Fleische getrennt, außerdem aber auch noch, wie HILDEBRAND (l. c. p. 97) hervorgehoben hat, voneinander geschieden, wenn mehrere Kerne gleichzeitig in einer Fleischfrucht vorhanden sind, so daß sie meist einzeln ausgeworfen werden, was für die Verbreitung besonders wertvoll ist.

Die Abgabe durch die Vögel erfolgt bekanntlich<sup>1)</sup> auf zweierlei Weise; entweder werden die Kerne durch den Schnabel entfernt, also gewissermaßen ausgespuckt, oder aber mit den Exkrementen durch den After entleert, womit gleichzeitig für gute Düngung der Keimlinge gesorgt ist.

1) Vgl. z. B. НУТН, Die Anpassungen der Pflanzen an die Verbreitung durch Tiere, und LUDWIG, Lehrbuch der Biologie der Pflanzen, p. 366.

Stellt man mit verschiedenen Fleischfrüchten Versuche an, so findet man leicht, daß die Kerne einer und derselben Fleischfruchtart nicht regellos bald durch den Schnabel, bald durch den After ausgeschieden werden, sondern daß sie, wenigstens der Hauptsache nach, entweder nur auf die erste oder nur auf die zweite Art nach außen gelangen. So wurden von den Amseln ausgespuckt die Kerne von *Juniperus communis*, *Polygonatum multiflorum*, *Berberis vulgaris*, *Crataegus oxyacantha*, *Prunus spinosa*, *Rhamnus cathartica*, *Rh. frangula*, *Vitis vinifera*, *Ampelopsis quinquefolia*, *Cornus sanguinea*, *Viscum album*, *Ligustrum vulgare*, *Viburnum opulus* und *V. lantana*. Im Gegensatz hierzu gingen durch den Darm die Kerne von *Ribes rubrum*, *R. grossularia*, *Cotoneaster horizontalis*, *Sorbus aucuparia*, *Celastrus orbiculata*, *Atropa belladonna*, *Solanum nigrum* und *Lonicera xylosteum*.

Diese Zusammenstellung ist jedoch nicht so zu verstehen, daß sämtliche Kerne der betreffenden Pflanzenart ohne Ausnahme nur auf die eine oder nur auf die andere Weise ausgeworfen würden. Vielmehr gibt es fast bei allen Experimenten einige wenige Kerne, die sich entgegengesetzt verhalten. So wurden, um ein paar Beispiele zu nennen, von *Ligustrum vulgare* etwa 10 Proz. und von *Juniperus communis* sogar etwa 20 Proz. aller Kerne mit den Exkrementen entleert. Diese Zahlen wechseln jedoch nicht nur mit den einzelnen Amselindividuen, sondern sogar bei verschiedenen Versuchen mit demselben Vogel. Ferner ist zu bemerken, daß man bei manchen fleischigen Früchten nicht festzustellen vermag, welcher Klasse sie bei obiger Tabelle zuzurechnen wären. Es werden nämlich bei *Rosa*-Arten und *Phytolacca decandra* etwa die Hälfte der Kerne durch den Schnabel, die andere Hälfte durch den After abgegeben, so daß sie in dieser Beziehung in der Mitte zwischen den beiden anderen Fruchtklassen stehen dürften. Eine Erklärung für diese Erscheinung soll später (p. 463) versucht werden.

Bezüglich der Anstellung der Versuche sei bemerkt, daß zwar in den meisten, aber nicht in allen Fällen die Früchte von den Vögeln gern verzehrt werden. Oft genügt es, eine kurze Zeit die übrige Nahrung zu entziehen, um die Tiere zu veranlassen, die etwa verschmähten Früchte zu fressen, und nur selten, z. B. bei *Viburnum* und *Crataegus* müssen sie mit der Hand eingefüllt, d. h. mit dem Finger oder noch besser einem Holzstäbchen

tief in den Rachen hinuntergeschoben werden, worauf dann die Schluckbewegungen von selbst erfolgen. Bei einiger Vorsicht kann man dabei den Tieren jeden unnötigen Schmerz ersparen.

Wie bereits erwähnt, sind die Kerne nach der Abgabe aus dem Vogelkörper noch lebensfähig. Diese Tatsache ist schon lange behauptet worden, z. B. von HILDEBRAND; einwandfrei bewiesen wurde sie jedoch erst durch Versuche von KERNER (l. c., p. 799—800). Er fand nämlich bei den Vögeln der dritten Gruppe (= Weichfresser), daß bei der Amsel 75, bei der Singdrossel 85, bei dem Steinrötel 88 und bei dem Rotkehlchen 80 Prozent der durch den Darmkanal gegangenen Samen und Früchte noch keimfähig waren; im Vergleiche zu Kontrollversuchen mit unbehandelten Samen und Früchten war bei 74—79 Proz. die Keimung verzögert. Leider sind nur diese allgemeinen Zahlenangaben ohne irgendwelche Differenzierung vorhanden; außerdem hat er nicht nur fleischige, sondern auch nicht fleischige Samen und Früchte verwandt, die unter normalen Verhältnissen von Weichfressern kaum verzehrt werden. Sicher ist jedoch unter allen Umständen, daß auch unsere „Kerne“ noch lebensfähig waren. Auch Gruppe 2 (rabensartige Vögel) ist zum Teil hierher zu rechnen, denn bei ihnen keimten die hartschaligen Samen und Früchte fleischiger und nicht fleischiger Art, während die weichschaligen sämtlich zerstört wurden; die Kerne dürften demnach alle erhalten geblieben sein.

Vor KERNER hat, soviel ich ermitteln konnte, nur MARLOTH<sup>1)</sup> ähnliche Versuche angestellt, und zwar mit *Sambucus nigra*. Diese Früchte wurden an ein Rotkehlchen verfüttert (*Sylvia rubecula*) und durch genaue Zahlenwerte dargelegt, daß die Keimfähigkeit durch das Passieren des Vogelleibes nicht gelitten hatte.

In neuerer Zeit hat dann CAMPAGNA<sup>2)</sup> diese Experimente durch anatomische Untersuchungen ergänzt, die er bei einer Reihe von Fleischfruchtkernen unternommen hat; er gelangte dabei ebenfalls zu dem Resultate, daß die Samen noch lebendig seien.

Bei manchen Kernen soll, wie zuerst wohl HILDEBRAND (l. c. p. 26 und 130) erwähnt hat, sogar eine Begünstigung, besonders

1) MARLOTH, Ueber mechanische Schutzmittel der Samen gegen schädliche Einflüsse von außen. ENGLERS bot. Jahrb., Bd. IV, 1883, p. 248.

2) CAMPAGNA, Ricerche sulla disseminazione per uccelli carpo-fagi. Malpighia, Vol. XXI, 1907, p. 519—529.

Beschleunigung der Keimfähigkeit eintreten. Auch KERNER gibt bei seinen Experimenten an, daß Berberis, Ribes und Lonicera nach der Ausscheidung durch den Darm früher keimten als nicht verzehrte Exemplare. Ebenso zählt KEMPSKI bei seiner Uebersicht (l. c. p. 2—15) mehrere solcher Fälle auf, darunter einige, bei denen ein Durchlaufen des Vogelkörpers unbedingt nötig sein soll, wenn man bei der Aussaat Erfolge erzielen will. Die Erklärung für diese Umstände dürfte wohl darin zu suchen sein, daß durch das Verweilen innerhalb des Tieres die dicke Kernschale etwas abgerieben wird, so daß die Feuchtigkeit leichter zum Keimling gelangen kann.

Es ist wohl selbstverständlich, daß die erörterten Beweise für die Erhaltung der Keimkraft der Kerne von den mit den Exkrementen entleerten ohne weiteres auf die ausgespienen übertragen werden können, da sie doch kürzere Zeit als jene der schädigenden Wirkung des Körperinneren ausgesetzt sind.

An der Keimfähigkeit der ausgeworfenen Kerne ist also nicht zu zweifeln. Da es für den Vogel sicher von Vorteil wäre, wenn er außer dem Fleische sich auch noch die im Samen aufgehäuften Stoffe zunutze machen könnte, so müssen ihn irgendwelche Einrichtungen der Kerne daran hindern. Diese Schutzeinrichtungen sollen jetzt näher ins Auge gefaßt werden.

Wie oben ausgeführt wurde, sind es die Weichfresser, die sich von fleischigen Früchten nähren. Da diese Tiere infolge ihrer Schnabelbeschaffenheit alles Futter in unzerkleinertem Zustande hinunterschlingen, laufen die Kerne keine Gefahr, von ihnen zerbrochen zu werden. Außerdem ist der Muskelmagen nur wenig entwickelt, so daß seine mechanische Wirkung bedeutend geringer sein dürfte als bei Körnerfressern. In dieser anatomischen Ausbildung der Tiere liegt also der erste Grund für die unbeschädigte Lebensfähigkeit der Samen.

Gefährlicher ist wahrscheinlich der zersetzende Einfluß der Verdauungssäfte, der ja bereits im Kropfe oder Vormagen beginnt. Da ist es für die Kerne schon an und für sich sehr günstig, daß sie nur überraschend kurze Zeit im Vogelleibe verweilen. Der weitaus größte Teil ist nämlich nach etwa 5—30, meist nach etwa 10 Minuten ausgespuckt resp. nach  $\frac{1}{2}$ — $1\frac{1}{2}$ , meist nach etwa  $\frac{3}{4}$  Stunden mit den Exkrementen abgegeben. Viele Fleischfrüchte, so z. B. Rosa-Arten und Sambucus nigra, wirken beschleunigend auf die Verdauung. Diese Tatsachen

können als ein weiterer Grund für die Erhaltung der Keimkraft gelten.

Aus dieser geringen Zeitdauer ergibt sich, wie hier eingeflochten werden mag, ohne weiteres, daß die Strecke, über die eine Verbreitung stattfindet, meist nur gering sein kann, denn selten wird ein Vogel während dieser Zeit einen geraden Weg im schnellsten Fluge zurückgelegt haben. Die Ausbreitung dieser Pflanzen erfolgt also, wie verschiedene Forscher<sup>1)</sup> hervorgehoben haben, nur langsam, Schritt für Schritt.

Die dritte und weitaus wirksamste Schutzeinrichtung für die Keime besteht in der großen Härte der Kernschale<sup>2)</sup>; man denke z. B. an *Ribes*, *Sorbus*, *Crataegus*, *Prunus*, *Rosa*, *Vitis* und *Cornus*-Arten. Hat man doch einem Teile dieser Früchte den Namen „Steinfrüchte“ gegeben; es soll jedoch damit durchaus nicht gesagt sein, daß die übrigen Fleischfruchtsorten minder feste Kerne besäßen.

In bezug auf die Anatomie der Kernschale sei auf R. MARLOTH verwiesen. Es sei gestattet, einen Absatz aus der betreffenden Arbeit wörtlich zu zitieren (l. c. p. 256): „Diejenigen Samen, welche in fleischigen oder saftigen Früchten vorkommen und daher für ihre Verbreitung auf Tiere, besonders auf Vögel angewiesen sind, zeigen eine ziemliche Mannigfaltigkeit in den (zum Schutze der Keimfähigkeit) verwendeten Zellformen. Besonders reichlich entwickelt finden wir Sklerenchym, und zwar in der Form der bekannten Steinzellen bei den *Amygdaleen*, den meisten *Pomaceen*, *Corneen*, *Caprifoliaceen*, *Rosa*, *Olea*, *Vitis*, *Iuniperus* und *Taxus*; dann ganz oder teilweise verdickte kurze Parenchymzellen bei *Vaccinium*, *Ribes*, *Sorbus*, *Ligustrum*, *Empetrum*, *Morus*, *Celtis* und vielen *Solaneen*. Palisadenzellen haben wir bei *Berberis*, *Hippophaë*, *Phytolacca* und *Daphne*; dickwandiges Prosenchym bei *Rhamnus*, *Rubus*, *Fragaria*, *Ilex* und *Elaeagnus*. Auch *Sambucus* ist hierher zu rechnen, da es außer dem erwähnten Sklerenchym noch prosenchymatische Zellen enthält. Die Samen von

---

1) HILDEBRAND, l. c. p. 24—25 (mit Einschränkungen); FOCKE Die Verbreitung beerentragender Pflanzen durch die Vögel (Abh. d. naturwiss. Vereins Bremen, Bd. X, Heft 1, 1889); KERNER, l. c. p. 801; BIRGER, Ueber endozoische Samenverbreitung durch Vögel (Svensk Botanisk Tidskrift, Stockholm 1907); OSTENFELD, vgl. Literaturangabe.

2) Zuerst bei HILDEBRAND, l. c. p. 26—27, 43, 97.

Actaea, welche ja auch von einer saftigen Schale umgeben sind, haben wie die der verwandten Gattungen eine Epidermis mit starker Außenwand. Fast ganz ohne Schutz in der Schale, dafür aber mit dickwandigem Eiweiß versehen sind die Samen von Hederä, Arum, Viscum und die der Smilaceen.“ Einzelheiten wolle man in der Arbeit selbst nachsehen.

Man könnte der Meinung sein, daß diese dicke, harte Wandung den Pflanzen auch noch andere Vorteile böte. Durch sie wird nämlich die Keimung derart verzögert, daß die Kerne erst nach zwei, oft auch nach mehr Jahren aufgehen, so daß, wenn einmal in einem ungünstigen Jahre aus irgendwelchen Anlässen keine oder nur wenige Früchte zur Reife kämen, trotzdem die Erhaltung der Art gesichert wäre. Bedenkt man aber, daß es sich bei den fleischigen Früchten fast ausschließlich um ausdauernde Gewächse, meist um Sträucher handelt, ferner, daß bei manchen Kernen, z. B. solchen von Prunus Cerasus, besondere Einrichtungen zur Erleichterung<sup>1)</sup> der Sprengung der Samenhülle vorhanden sind, endlich den Umstand, daß man gerade bei den fleischigen, nicht aber bei vielen trockenen Samen oder Früchten eine solche besonders feste Schale vorfindet, so erscheint es als wahrscheinlich, daß man in ihr lediglich ein Züchtungsprodukt der Vögel zu erblicken hat; ja man könnte vielleicht sogar annehmen, daß die äußerst dicken und festen Wandungen auf die Keimung eher schädlich als nützlich wirken.

Nicht immer aber ist der Schutz durch die Kernschale allein bedingt. Das beweisen Versuche mit geschälten Kernen von Ligustrum vulgare; hier besitzen auch die unter der Wandung liegenden Schichten genügende Festigkeit, so daß der Same auch in diesem Falle aus dem Körper des Vogels unverletzt und keimfähig wieder nach außen kommt.

Löst man nämlich sorgfältig die dunkle Kernschale ab, so daß das darunter liegende hellere Gewebe zum Vorschein kommt, und gibt nunmehr die Kerne einer Amsel ein, so sind sie auch nach dem Verlassen des Tieres noch lebensfähig. Die Schale läßt sich gut entfernen, wenn man Kerne nimmt, die eben erst aus der Frucht herausgeholt worden sind; sie müssen zur Verhütung des Eintrocknens sofort weiter verwandt werden. Um sie für den Vogel genießbar zu machen, ist es nötig, sie mit etwas weich-

---

1) Vgl. STRASBURGER, Lehrbuch der Botanik, 7. Aufl., 1905, p. 261.

gekochter Mohrrübe zu umhüllen, wodurch gewissermaßen eine Fleischfrucht nachgeahmt wird. (Mohrrübe wird in geriebenem Zustande ganz allgemein unter das Futter von Käfigvögeln gemischt, soweit es sich um Weichfresser handelt.) Trotzdem mußte oft das Ganze dem Tiere eingefüllt werden, da es freiwillig wenig zu sich nahm und vor allem die Kerne zurückließ. Wie nun auf p. 456 ausgeführt wurde, werden von *Ligustrum* etwa 90 Proz. der Kerne durch den Schnabel und nur 10 Proz. mit den Exkrementen ausgeworfen. Will man also auch Keimungsversuche mit solchen Kernen machen, auf die der gesamte Verdauungsapparat mit voller Kraft eingewirkt hat, so müßte man sehr viele Kerne eingeben, um die nötige Anzahl zu erhalten. Am besten ist es noch, man verhindert das Ausspucken der Kerne dadurch, daß man dem Tiere den Schnabel durch ein passendes Stückchen darüber gestülpten Gummischlauches verschließt, wobei selbstverständlich die Nasenlöcher zum Atmen frei bleiben müssen; sollte das Hindernis bald abgestreift werden, so muß man auch hiergegen geeignete Maßregeln zu ergreifen suchen. Aber auch wenn das Tier sich ruhig verhält, ist es nicht so einfach, die gewünschten Kerne zu erlangen, denn sie werden lange im Kropfe zurückgehalten. Bei einem Versuche, durch den 20 Kerne, mit der nötigen Mohrrübe umgeben, eingefüllt worden waren, wurde das Schlauchstückchen aus Rücksicht auf den Vogel nach etwa 2 Stunden abgenommen; jetzt wurden immer noch 17 Stück ausgespuckt, und nur 3 waren durch den Darm gegangen. Falls ein Tier eingehen sollte, was leider trotz größter Vorsicht auch vorkommen kann, so sind die Kerne in dem Falle für Keimungsversuche noch verwendbar, wenn sich bei der Sektion zeigt, daß sie bis in die Nähe des Afters vorgedrungen sind.

Bei Verwendung solcher geschälter Kerne ergaben sich (für *Ligustrum vulgare*) folgende Zahlen: Nach 3 Monaten hatten von 30 unbehandelten Kernen 26, von 24 ausgespuckten 21 und von 27 durch den Darm gegangenen 22 Stück gekeimt. Jede Kernsorte war in ein besonderes Keimbett gegeben worden. Diese langwierigen Versuche ergaben also, daß sich durch Verfütterung von geschälten Ligusterkernen eine wesentliche Einbuße an Lebensfähigkeit nicht einstellt.

Gerade für *Ligustrum* erscheint es besonders wertvoll, daß auch die unter der Kernschale liegenden Schichten den Verdauungssäften widerstehen können. Die Schale ist nämlich hier im Vergleich zu anderen Kernen, z. B. *Rosa* und *Crataegus*, ver-

hältnismäßig dünn; diese Tatsache äußert sich schon darin, daß ungeschälte Ligusterkerne ziemlich schnell keimen, nämlich oft innerhalb weniger Wochen, während die anderen fleischigen Früchte meist mehrere Jahre dazu brauchen.

Aehnlich wie bei *Ligustrum* dürften die Verhältnisse bei den mir bekannten Kernen nur noch bei *Rhamnus* und vielleicht *Berberis* liegen; alle anderen besitzen eine dickere Wandung und keimen später.

Es sei schließlich noch erwähnt, daß bei manchen Kulturgewächsen, z. B. Birnen und anderen Pomaceen, die früher aller Wahrscheinlichkeit nach vorhandenen Steinhüllen<sup>1)</sup> um die Kerne herum im Laufe der Zeit verloren gegangen sind und nur noch durch geringe, in Gestalt von Steinkörpern erhaltene Reste angedeutet werden, deren Häufigkeit bei den einzelnen Arten schwankt.

Nunmehr wollen wir uns die Frage vorlegen, was wohl der Grund dafür sein mag, daß die Abgabe der Kerne aus dem Vogelkörper nicht, wie wohl zu erwarten wäre, einfach einheitlich mit den Exkrementen erfolgt, sondern zum Teil auch durch den Schnabel (vgl. p. 455). Diese Betrachtungen könnten für unsere Zwecke vielleicht insofern von Bedeutung sein, als auch das Ausspucken selbst, wenn es durch irgendwelche Einrichtungen der Kerne, seien sie nun mechanischer oder chemischer Art, veranlaßt würde, als ein Grund für die Erhaltung der Keimfähigkeit mit herangezogen werden könnte, weil auf diese Weise die Kerne vor der drohenden Vernichtung im Magen und Darm bewahrt würden.

Bereits beim Durchlesen der Liste auf p. 456 fällt es auf, daß die durch den Schnabel ausgeworfenen Kerne sämtlich größer sind als die in den Exkrementen enthaltenen. Zur näheren Orientierung möchte ich ein paar Zahlen anführen; die erste Zahl bedeutet jedesmal die größte Länge, die zweite die größte Breite, die dritte die größte Dicke der Kerne in Millimetern: *Juniperus communis* 4, 2 $\frac{1}{2}$ , 2; *Berberis vulgaris* 5, 2, 1 $\frac{1}{2}$ ; *Crataegus oxyacantha* 7, 5, 4; *Prunus spinosa* 8, 6, 5 $\frac{1}{2}$ ; *Rhamnus cathartica* 4 $\frac{1}{2}$ , 3, 2 $\frac{1}{2}$ ; *Ampelopsis quinquefolia* 4, 3, 2 $\frac{1}{2}$ ; *Cornus sanguinea* 5, 4 $\frac{1}{2}$ , 4 $\frac{1}{2}$ ; *Viscum album* 4, 4, 2; *Ligustrum vulgare* 4 $\frac{1}{2}$ , 3, 2; *Viburnum lan-*

1) Vgl. POTONIÉ, Die Bedeutung der Steinkörper im Fruchtfleische der Birnen. Naturwiss. Wochenschr., 1889, Nr. 3, p. 19—21.

tana  $7\frac{1}{2}$ ,  $5\frac{1}{2}$ , 2. Ferner *Ribes rubrum* 3, 2,  $1\frac{1}{2}$ ; *R. grossularia* 3, 2, 2; *Cotoneaster horizontalis* 3,  $2\frac{1}{2}$ ,  $1\frac{1}{2}$ ; *Celastrus orbiculata*  $3\frac{1}{2}$ , 2,  $1\frac{1}{2}$ ; *Sorbus aucuparia* 3,  $1\frac{1}{2}$ , 1; *Atropa Belladonna*  $1\frac{1}{2}$ , 1, 1; *Solanum dulcamara* 2,  $1\frac{1}{2}$ , 1; *Lonicera xylosteum* 3, 2,  $1\frac{1}{2}$ ; die meisten Kerne sind an den Ecken abgerundet, bisweilen aber auch spitz (*Iuniperus*).

Es ist also augenscheinlich, daß die Größe der Kerne bei der Art der Abgabe eine Rolle spielt; alle Kerne, die eine gewisse Ausdehnung, nämlich ungefähr 3 mm Länge,  $2\frac{1}{2}$  mm Breite, 2 mm Dicke überschreiten, werden durch den Schnabel, alle kleineren aber durch den Darm entleert. Soll diese Annahme richtig sein, so müssen sich die Vögel derjenigen Kerne, die ungefähr diese Grenzwerte erreichen, bald auf die eine, bald auf die andere Weise entledigen, das heißt, es müßte etwa die Hälfte ausgespuckt werden, die andere Hälfte aber durch den Körper gehen. Bereits oben (p. 456) wurde darauf hingewiesen, daß es wirklich solche Kerne gibt (*Rosa*-Arten und *Phytolacca decandra*); die betreffenden Werte sind für *Rosa*  $3\frac{1}{2}$ ,  $2\frac{1}{2}$ , 2 und für *Phytolacca* 3,  $2\frac{1}{2}$ ,  $1\frac{1}{2}$ , sie liegen also in der Tat nahe bei obigen Grenzzahlen.

Aber nicht die Größe allein kann es sein, die das Ausspeien herbeiführt, denn sonst müßte ja die ganze Fleischfrucht, die doch unzerkleinert hinuntergeschluckt wird und viel größer ist als die in ihr enthaltenen Kerne, ohne weiteres an dem Schicksal der größeren Kerne teilnehmen. Es ist vielmehr außer der gewissen Größe noch eine gewisse Härte nötig, die bei den Kernen vorhanden ist, dem Fruchtfleische aber mangelt; weiche Substanzen werden im Kropfe oder Vormagen einfach zerdrückt und später verdaut. So werden auch die nachgeahmten Fleischfrüchte (p. 461) unverändert wieder ausgespuckt, wenn die zur Umhüllung der geschälten Kerne dienende Mohrrübenmasse nicht lange genug gekocht worden ist; erst durch anhaltendes Sieden wird sie völlig weich.

Die Härte scheint auch der Grund zu sein, weshalb reife, also bereits gefärbte Früchte von *Sorbus aucuparia*, *Sorbus torminalis*, *Crataegus oxyacantha*, *Rosa*-Arten, *Prunus spinosa* und *Berberis vulgaris* von den Vögeln verschmäht werden, wenn sie noch nicht gefroren waren. Sie sind in diesem Zustande prall und noch so fest, daß sie unmöglich im Kropfe zerquetscht werden können. Sobald aber der erste Frost

eingetreten ist, werden sie, bisweilen unter geringer Verfärbung, bekanntlich schlaff und so weich, daß man sie kaum unversehrt abpflücken kann; jetzt kommen auch die Vögel massenhaft, um sie zu vertilgen. Versuche mit solchen reifen, aber noch harten Früchten von obigen Bäumen und Sträuchern, bei denen dieselben oft (nicht in allen Fällen) den Vögeln aufgezwungen werden mußten, ergaben stets, daß sie nach kurzer Zeit mit Schleim bedeckt wieder ausgespuckt wurden.

Man könnte einwenden, daß die in solchen Früchten, z. B. in *Prunus spinosa*, vorhandenen Gerbsäuren und Glykoside die Tiere abzuhalten imstande seien; durch Gefrieren sollen dann Zucker und andere Stoffe daraus entstehen<sup>1)</sup>. Diese Annahme scheint jedoch nur für Säugetiere, nicht aber für Vögel haltbar zu sein. Zerquetscht man nämlich reife, aber noch harte Früchte, z. B. von *Sorbus aucuparia*, *Prunus spinosa* oder *Rosa*-Arten und legt sie dann einer Amsel vor, so werden sie bald verzehrt, denn jetzt bieten sie dem Kropfe keinen großen Widerstand mehr.

Eine gewisse Härte in Verbindung mit einer gewissen Größe der Kerne veranlaßt also das Ausspeien. Wäre die Härte zu gering, so würden sie trotz ihrer Größe zerdrückt und verdaut werden; ist aber ein Kern nicht groß genug, so wird er trotz der Härte in den Magen und Darm weiter befördert. Wie schon ausgeführt, ist aber im letzteren Falle die Härte durchaus nicht unnütz, sondern vielmehr von großem Werte für den Schutz des Keimlings.

Es dürfte wohl selbstverständlich sein, daß die Grenzgröße, oberhalb derer die Kerne durch den Schnabel, unterhalb derer sie durch den After entleert werden, für die einzelnen Vogelarten verschieden ist; bei größeren Vögeln liegt sie höher, bei kleineren tiefer. So waren z. B. bei einem Huhne, dem Hagebutten aufgezwungen worden waren, sämtliche Kerne in den Exkrementen enthalten, und KERNER erwähnt nebenbei, daß eine Singdrossel nach der Fütterung mit Fleischfrüchten alle Samen mit einem Durchmesser von über 5 mm aus dem Kropfe wieder ausgeworfen habe (l. c. p. 800), sowie daß bei Raben und Dohlen Kirschkerne mit einem Durchmesser von 15 (?) mm mit dem Kote entleert wurden (l. c. p. 799). Ebenso wäre es auch denkbar, daß die Grenzhärte bei den einzelnen Vogelarten eine verschiedene sei;

---

1) Vgl. KERNER l. c. p. 440.

es ist jedoch sicher, daß alle Kerne ohne Ausnahme die für Weichfresser nötige Härte besitzen.

Eine weitere Frage ist es, ob nicht vielleicht bisweilen irgendwelche chemischen Einflüsse das Ausspeien der Kerne mit hervorrufen können. Man findet häufig in den Kernschalen schlecht schmeckende Substanzen<sup>1)</sup>, besonders Gerbsäuren, von denen man annehmen könnte, daß sie den obersten Teil des Verdauungsapparates (Kropf resp. Vormagen) so reizen, daß eine Rückbeförderung durch den Schnabel nach außen erfolgt. Dem widersprechen jedoch die später auf p. 486—499 folgenden Versuche über den Geschmackssinn der Vögel, bei denen oft sehr unangenehm schmeckende Substanzen ruhig den Körper passierten, und ferner die folgenden Experimente mit nachgeahmten Fleischfrüchten (vgl. p. 461), die zum mindesten beweisen, daß ein chemischer Einfluß zum Ausspucken der Kerne nicht nötig ist.

Kleine Kieselsteinchen wurden mit etwas weichgekochter Mohrrübe umhüllt und verschiedenen Amseln eingegeben. Die Mohrrübe fiel natürlich der Verdauung anheim; von den Steinchen, bei denen doch chemische Substanzen nicht mitwirken können, wurden, wie erwartet, die größeren durch den Schnabel ausgeworfen, die kleineren aber mit den Exkrementen entleert. Allerdings ist zu erwähnen, daß bei diesen Versuchen der Grenzwert tiefer lag als 3 mm Länge, 2½ mm Breite und 2 mm Dicke (vgl. p. 463), aber diese Tatsache scheint erklärlich, wenn man bedenkt, daß durch die rauhe Oberfläche der Steinchen eine größere Reizung des Kropfes stattfindet als durch die glatten Kerne.

Ferner ist es sehr wahrscheinlich, daß, wenn chemische Wirkungen das Ausspeien bedingen sollten, diese wirksamen Chemikalien peripherisch angeordnet sein würden, also in der Kernschale. Wenn man demnach letztere entfernt, so dürften die Kerne nicht mehr oder doch nur noch teilweise durch den Schnabel abgegeben werden. Es wurden also verschiedene Kerne sorgfältig geschält, und zwar solche von *Rhamnus cathartica* und *Ligustrum vulgare*; nur diese eignen sich für diesen Zweck, da sie sich ihrer im Vergleich zu anderen Kernen verhältnismäßig dünnen Schale halber (vgl. p. 462) leicht von ihr befreien lassen. Die so vorbereiteten Kerne wurden wieder mit weichgekochter

---

1) Näheres über diesen Gegenstand vergleiche man im Anhang.

Mohrrübe umgeben und den Amseln eingefüllt; sie wurden genau wie vorher ausgespuckt.

Es könnten jedoch wider Erwarten die chemisch wirkenden Bestandteile nur im Inneren des Kernes oder hier und in der Schale vorhanden sein. Um diesen Einwurf zu widerlegen, kann man die geschälten Kerne oder, was auf dasselbe herauskommt, die ganzen Kerne mittels einer Reibmaschine fein zerreiben, oder auch nur mit einem Messer in kleine Stückchen zerschneiden, deren Größe unterhalb der erwähnten Grenze liegen muß. Die Experimente erfolgten wieder mit *Ligustrum vulgare* und *Rhamnus cathartica*. Die zerriebenen Kerne wurden unter das gewöhnliche Futter gemischt und von den Tieren freiwillig gefressen, während die mit dem Messer zerkleinerten Kerne mit Mohrrübe umhüllt und den Vögeln eingegeben wurden. Jetzt gingen die Substanzen durch den Darmkanal hindurch; im ersten Falle war alles verdaut worden, im zweiten aber fauden sich die Kernstückchen unverdaut in den Exkrementen vor.

Die geschilderten Versuche deuten sämtlich darauf hin, daß das Ausspucken der Kerne von chemischen Substanzen unabhängig ist.

Es dürfte hier die geeignete Stelle sein, kurze Erwägungen darüber anzustellen, ob das Ausspeien der Kerne willkürlich von statten geht, also etwa auf die Art, wie der Mensch einen Kirschkern auszuspucken pflegt, weil er groß ist, die Kerne von Johannisbeeren aber ruhig mit verschluckt, weil sie ihm wegen ihrer Kleinheit nicht so unbequem sind, oder ob es unwillkürlich eintritt, die Kerne also gewissermaßen ausgebrochen werden.

Die Anhaltspunkte, die sich in bezug auf diese Frage aus den Beobachtungen der Tiere ergeben, sind folgende:

Die Kerne werden nicht etwa sofort nach dem Genusse der fleischigen Früchte, von denen immer mehrere binnen kurzer Zeit verzehrt werden, sondern erst nach einigen Minuten abgegeben, durchschnittlich nach etwa 10 Minuten, und zwar nicht alle auf einmal, sondern allmählich, nach etwa 5 Minuten der erste und nach ca. 30 Minuten der letzte. Es kommt jedoch bisweilen auch vor, daß sie stundenlang, ausnahmsweise sogar tagelang im Körper bleiben und dann erst ausgeworfen werden, und zwar auch jetzt meist durch den Schnabel; manchmal, besonders wenn man mehrere Versuche mit verschiedenen Früchten in verhältnismäßig kurzer Zeit nacheinander macht, weiß man dann zunächst gar nicht, wo

die einzelnen Kerne herkommen, bis man durch Einzelversuche über den Sachverhalt aufgeklärt wird, wobei man zwischen den verschiedenen Experimenten mehrere Tage lang warten muß. Die hier geschilderten Verhältnisse sind übrigens, wie leicht einzusehen ist, für die Wirksamkeit der Samenverbreitung besonders wichtig, denn auf diese Weise wird verhindert, daß alle Keime an denselben Ort zu liegen kommen.

Ferner soll hier an eine Tatsache erinnert werden, die bereits früher (p. 456) hervorgehoben wurde, nämlich, daß zwar die Hauptmasse der Kerne von derselben Fleischfruchtart auf die reguläre, einige wenige aber auf die nicht reguläre Weise nach außen gelangen, wenn z. B. ein großer Kern auch einmal durch den Darm geht oder ein kleiner ausgespuckt wird. Endlich wurde an derselben Stelle erwähnt, daß sich verschiedene Vögel derselben Art, oft sogar dasselbe Individuum, bei verschiedenen Versuchen verschieden in bezug auf das Ausspeien verhalten.

Wäre die Entscheidung über die Art der Kernentleerung unwillkürlich, so müßte sie in jeder Beziehung regelmäßiger erfolgen. Es scheint demnach, als ob das Ausspeien willkürlich sei. Der mechanische Reiz, den die größeren Kerne bei ihrer Härte auf den Kropf resp. Vormagen ausüben, scheint den Weichfressern lästig zu sein, so daß sie sich derselben so schnell als möglich zu entledigen suchen. Da aber das Futter aus dem Kropfe langsam weiter befördert wird, so können auch die Kerne nur allmählich entfernt werden. Dabei kann es sich auch ereignen, daß ab und zu, besonders nach einer reichlichen Mahlzeit, der eine oder andere Kern auszuspucken vergessen wird, gerade so, wie wir auch einmal einen Kirschkern aus Versehen mit hinunterschlucken. Die einzelnen Vogelindividuen können zu verschiedenen Zeiten verschieden empfindlich gegen einen Reiz im Kropfe sein, so daß sich das abweichende Verhalten, wie es oben geschildert wurde, verstehen läßt.

Auch bei anderer Gelegenheit läßt sich ein willkürliches Herauspressen von Substanzen aus dem Kropfe beobachten. Beim Füttern der Jungen wird nämlich nach BREHM<sup>1)</sup> der Speisebrei durch die erwachsenen Tiere willkürlich aus dem Kropfe hervorgewürgt, wo er für den noch zarten Verdauungsapparat der Jungen aufgeweicht worden ist. Auch bei der Abgabe der Kerne durch den Schnabel scheint es sich mehr um ein freiwilliges Herauswürgen,

1) BREHM l. c. p. 26. Ferner PAGENSTECHEr l. c. p. 289.

als um ein bloßes Ausspucken zu handeln (ähnlich wie man es bei den sogenannten „Gewöllern“ beobachten kann, die übrigens manchmal auch Kerne enthalten), denn ein solcher Vogel setzt oft erst zwei- oder dreimal vergeblich an, bis es ihm gelingt, den unbequemen Gegenstand los zu werden.

Da nach diesen Erörterungen das Ausspeien der Kerne von einer gewissen Größe nur bei den kleineren, nicht aber bei den größeren Vogelarten wahrscheinlich ist, und da es ferner auch bei ersteren bis zu einem gewissen Grade in dem Belieben der Tiere steht, ist auf diese Weise eine Verhinderung der Einwirkung des Magens und Darmes keineswegs gesichert. Mithin ist das Ausspucken der Kerne kaum als eine Schutzrichtung für die Erhaltung der Keimfähigkeit zu deuten. In dieser Gestalt scheint eine solche aber auch überflüssig, da, wie wir gesehen haben, der Keimling durch andere Mittel genügend geschützt ist.

Aehnliche Versuche wie die, welche in diesem Kapitel geschildert wurden, hat zum Teil bereits KERNER l. c. p. 799—800 angestellt. Der einzige Zweck aber, den er dabei verfolgte, war der, festzustellen, ob die Keimlinge nach dem Verlassen des Darmkanals noch lebensfähig waren oder nicht. Daher ist es natürlich, daß er die ihm nebensächlich erscheinenden näheren Umstände, die für unsere Zwecke zum Teil sehr wichtig sind, entweder überhaupt nicht erwähnte oder nur äußerst flüchtig darauf hinwies. Viele von seinen Angaben sind schon im Laufe dieses Kapitels angeführt worden, soweit sie sich auf Weichfresser und fleischige Früchte beziehen. Es bleibt nur noch übrig, auf einige Beobachtungen aufmerksam zu machen, die mit den meinigen nicht übereinstimmen.

Er schreibt nämlich von der Singdrossel (p. 800): „Die Fleischfrüchte, deren Samen einen Durchmesser von über 5 mm besitzen, namentlich jene von *Berberis*, *Ligustrum*, *Opuntia* und *Viburnum*, wurden in den Kropf gebracht, das Fruchtfleisch gelangte von dort in den Magen, aber sämtliche Samen wurden aus dem Kropfe wieder ausgeworfen“, und gleich darauf: „Von den sehr begierig gefressenen Fleischfrüchten wurden die Samen der Steinkerne, welche einen Durchmesser von 3 mm besaßen, aus dem Kropfe wieder ausgeworfen.“ Mit anderen Worten also: Die Kerne von Beeren sollen oberhalb eines Grenzdurchmessers von 5 mm, die von Steinfrüchten aber oberhalb 3 mm ausgespieen

werden. Einen derartigen Unterschied konnte ich nicht bemerken; vielmehr dürfte nur eine Grenzgröße (für Amseln etwa 3 mm größte Länge, 2½ mm größte Breite, 2 mm größte Dicke) bei allen Fleischfruchtkernen existieren. — Ferner scheint KERNER, wenn ich ihn recht verstehe, der Meinung zu sein, daß bei der Amsel sämtliche Kerne den Exkrementen beigemischt seien; daß dem nicht so ist, dürfte aus den vorliegenden Ausführungen zur Genüge hervorgegangen sein. Allerdings läßt sich der Standpunkt KERNERS nicht deutlich erkennen. Das Einzige, was er über die Amsel sagt, ist folgendes (p. 799): „. . . sie zeigte sich in betreff der Nahrung am wenigsten wählerisch. Sie verschlang selbst die Früchte der Eibe, ohne die Kerne wieder aus dem Kropfe auszuwerfen, und lehnte überhaupt keine einzige ihrem Futter beigemengte Frucht ab“; gleich darauf schildert er von der Singdrossel das Ausspucken der Kerne, das er im Gegensatz zur Amsel besonders hervorhebt.

Es bleibe aber auch nicht unerwähnt, daß KERNER an der genannten Stelle auf die Kürze der Zeit zwischen Fütterung und Entleerung bei den Weichfressern Gewicht gelegt hat. Dagegen fand er, daß gewisse trockene Samen und Früchte im Darmkanal zurückbehalten werden; ich habe jedoch hier schon wiederholt darauf aufmerksam gemacht, daß Weichfresser in der Regel von Früchten nur die fleischigen Sorten verzehren.

Wegen dieser außerordentlichen Kürze und zum Teil auch Mangelhaftigkeit der Schilderungen KERNERS dürfte eine Wiederholung seiner Versuche berechtigt gewesen sein. Es sei außerdem hinzugefügt, daß hier auch zahlreiche Experimente angestellt wurden, die sich bei KERNER nicht finden.

## 2. Verhalten des Fleisches.

In betreff der Bedeutung des Fruchtfleisches für die Pflanze könnte man zunächst die Vermutung aussprechen, daß in ihm wie in anderen Teilen der Frucht Nährstoffe für den Keimling aufbewahrt wären. Es fällt jedoch sofort auf, daß der weitaus größte Anteil des Fleisches aus Wasser besteht, also aus einem Stoffe, der in der Natur auch sonst fast überall reichlich vorhanden ist und daher gewöhnlich nicht aufgespeichert zu werden braucht, wie auch die typischen Reserveorgane zeigen.

Sät man eine fleischige Frucht als Ganzes aus, so geht das Fleisch bald in Fäulnis über, kann also dem oft erst nach Jahren

zur Entwicklung gelangenden jungen Pflänzchen nichts mehr nützen. Die Gärtner pflegen bei der Aufzucht solcher neuen Pflanzen das Fleisch zu entfernen, bevor sie den Kern in die Erde legen, da eine Fäulnis eventuell nur schädlich wirken könnte. Auch HILDEBRAND (l. c. p. 33—34) führt an, daß nach DE CANDOLLE Früchte, die ihres Fleisches beraubt worden waren, niemals schlechter keimten als unversehrte.

Man könnte aber annehmen, daß auch nach dem Verfaulen für den Keimling ein Nutzen entstände insofern, als sich aus dem Fleische eine Art von Dünger gebildet hätte. Bei diesem Einwande weisen HILDEBRAND und der von ihm zitierte NAEGELI darauf hin, daß die Verbreitung der Früchte durch Vögel ein viel größerer Vorteil sei als dieser Dünger; außerdem würde dem Keimling auch durch die Exkremeute der Tiere eine ähnliche Düngung zu teil.

Also nicht in der Aufspeicherung von Nährstoffen oder der Düngung durch Verfaulen des Fleisches ist der Wert desselben zu suchen. Er liegt vielmehr einzig und allein darin, den Tieren (Säugetieren und Vögeln) zur Nahrung zu dienen und als Gegenleistung dafür die Verbreitung der Kerne bewerkstelligt zu sehen, die im Inneren des Körpers vom Fleische getrennt werden und verschont bleiben, während letzteres verdaut, also vernichtet wird. Dieser Bedeutung dienen außer der Ausbildung des Fleisches noch andere Einrichtungen, die sich nur bei fleischigen, nicht aber bei trockenen Früchten finden.

Viele Autoren, besonders HILDEBRAND<sup>1)</sup>, HUTH<sup>2)</sup>, KERNER<sup>3)</sup> und LUDWIG<sup>4)</sup> heben vor allem drei Anlockungsmittel für Tiere hervor, nämlich die auffallende Farbe, den angenehmen Duft und den guten Geschmack der fleischigen Früchte; alles Eigenschaften, die nicht fleischigen Samen und Früchten in der Regel nicht zukommen. Fast alle genannten Autoren, zuerst also HILDEBRAND, haben einen passenden Vergleich gezogen zwischen den Anlockungsmitteln für Vögel und Säugetiere bei der Verbreitung der Fleischfrüchte und denen für Insekten gelegentlich der Bestäubung der Blüten; in beiden Fällen zeigt sich eine weitgehende Analogie.

1) HILDEBRAND, l. c. p. 31—34, 97—98, 113—114.

2) HUTH, Die Anpassungen der Pflanzen an die Verbreitung durch Tiere. Kosmos, Bd. V, 1881, Heft 4.

3) KERNER, l. c. p. 800—801.

4) LUDWIG, Biologie der Pflanzen, p. 360—365 (1895).

Für die Vögel dürfte von den erwähnten Eigenschaften der fleischigen Früchte gemäß der guten Ausbildung des Auges die hervorstechende Farbe weitaus am wichtigsten sein. Sie allein ist nach HOLMBOE<sup>1)</sup> bereits imstande, die Vögel zum Herankommen zu veranlassen. Er hat nämlich zum Fangen von Drosseln wiederholt einfach rote Zeuglappen benutzt, wenn es an Vogelbeeren (*Sorbus aucuparia*) mangelte, und zwar „nicht selten mit gutem Erfolg“.

Interessant ist die bekannte Tatsache, daß verschiedene Fleischfrüchte, z. B. mehrere Arten von Äpfeln, Birnen, Pflirsichen, Aprikosen usw., nur auf der von außen sichtbaren Seite bunte Töne zeigen, während die nach innen zu gewandte Hälfte grün geblieben ist. Bei dieser Verteilung der Farbe dürfte trotz geringen Materialverbrauches die Auffälligkeit der Früchte gesichert sein.

Die Sichtbarmachung der Fleischfrüchte ist aber nicht allein durch ihre eigene Farbe, sondern auch durch die des umgebenden Laubes veranlaßt. Diese Beziehungen zwischen Fleisch- und Laubfarbe hat KERNER näher untersucht (l. c. p. 801); er fand beide derart voneinander abhängig, daß die Früchte sich vom Laube am besten abhoben, also möglichst deutlich hervortraten. So sind die Früchte rot bei grünem Laube, sei es, daß die Gewächse immergrün sind (z. B. *Ilex*, *Taxus*, *Arctostaphylos Uva ursi*, *Vaccinium Vitis Idaea*), oder daß die Früchte bereits im Laufe des Sommers reifen (z. B. *Fragaria*, *Rubus Idaeus*, *Ribes rubrum*, *Sorbus aucuparia*, *Prunus cerasus*, *Sambucus racemosa*). Dagegen sieht man bei herbstlich rot oder gelb gefärbtem Laube blaue oder schwarze Fleischfrüchte auftreten (z. B. *Ampelopsis hederaea*, *Cornus sanguinea*, *Prunus Padus*, *Arctostaphylos alpina*, *Vaccinium Myrtillus*). Weiße Früchte endlich sind bei solchen Pflanzen angebracht, die ihr Laub zur Zeit der vollen Reife bereits abgeworfen haben, da sie sich von den dunklen Zweigen besonders gut abheben (z. C. *Cornus alba* und *Symphoricarpos*). Auch die weißen Beeren von *Viscum album* lenken nach KRONFELD<sup>2)</sup> selbst in einer Schneelandschaft die Blicke der Vögel auf sich, da das ausdauernde Blattgrün einen

1) HOLMBOE, Notizen über die endozoische Samenverbreitung der Vögel. *Nyt Magazin f. Naturvidensk.*, Bd. XXXVIII, Heft 4, (Christiania 1900), p. 319.

2) KRONFELD, Zur Biologie der Mistel. *Biologisches Centralblatt*, 1887.

wirksamen Hintergrund bildet; v. TUBEUF<sup>1)</sup> dagegen sieht in der weißen Farbe hauptsächlich eine Schutzeinrichtung gegen zu starke Erwärmung des Samens, durch welche eine vorzeitige Keimung veranlaßt werden würde.

Die Kontrastfarben, die bereits zwischen Frucht und Laub auftreten, sind oft noch weiter ausgebildet; über diesen Punkt gibt LUDWIG (l. c. p. 362—363) gute Auskunft. Als Beispiel sei hier *Viburnum lantana* erwähnt; bei diesem Strauche sind die Früchte erst weißlich, werden dann hochrot und zuletzt schwarz, und zwar bestehen alle drei Reifezustände gleichzeitig an demselben Fruchtstande nebeneinander, so daß dieser sehr in die Augen fällt. Weitere Beispiele wolle man bei LUDWIG selbst nachlesen.

Bisweilen wird ein Farbenkontrast durch Fruchtstiel und Frucht bedingt, so bekanntlich bei *Sambucus nigra*; ersterer ist rot, letztere schwarz gefärbt, wodurch die Aufmerksamkeit in erhöhtem Maße geweckt wird.

Andere Kontrastfarben treten bei solchen fleischigen Früchten auf, deren Kerne nur teilweise vom Fleische umhüllt werden; meist handelt es sich um Arillusbildungen. Dann zeigt oft der Kern eine andere Farbe als das Fleisch, z. B. bei *Evonymus verrucosus* und *Myristica fragrans*. Neben LUDWIG vergleiche man PFEIFFER, Die Arillargebilde der Pflanzensamen<sup>2)</sup>.

Besondere Aufmerksamkeit wird ferner erregt durch das Herabhängen der Kerne an Fäden, die aus dem Funiculus hervorgegangen sind, so daß die Kerne deutlich hervortreten und auch etwas vom Winde hin und her bewegt werden können; meist sind sie noch anders gefärbt als die fleischigen Teile der Frucht. So bei *Evonymus* und *Magnolia*; weitere Fälle finden sich bei LUDWIG aufgezählt.

Wie bei *Viburnum*- und *Centaurea*-Arten die Auffälligkeit des Blütenstandes für Insekten durch große, aber sterile Randblüten erhöht wird, so wirken nach LUDWIG (l. c. p. 364—365) bei Vögeln in derselben Weise gewisse grell gefärbte Fleischfrüchte, die aber taub, also kernlos sind, nämlich bei der *Commelinacee* *Campelia*, bei einer *Butiapalme* und bei der *Bromeliacee* *Aechmea calyculata*. Die tauben Früchte

1) v. TUBEUF, Ueber die Biologie unserer Loranthaceen. Natur und Kultur. 5. Jahrg., Heft 7 u. 8.

2) ENGLERS botanische Jahrbücher, Bd. XIII, 1891, p. 533—535.

sollen sich nach FRITZ MÜLLER, dessen Beobachtungen LUDWIG anführt, in großer Zahl finden, und zwar entweder zwischen normal entwickelten Früchten sitzen, oder deren Bildung vorangehen. Nicht immer also ist die Kernlosigkeit von Fleischfrüchten auf Rechnung der Kultur zu setzen, die, wie HILDEBRAND (l. c. p. 125 bis 126) darlegt, aus wilden, kernhaltigen Stammformen durch die auswählende Tätigkeit des Menschen kernlose erzogen hat; so bei einigen Arten von Birnen, Weinbeeren, Feigen, Orangen, Datteln und anderen mehr. Die eigentliche Ursache des Fehlens der Kerne<sup>1)</sup>, z. B. bei *Vitis vinifera*, liegt darin, daß eine wirkliche Befruchtung trotz eingetretener Bestäubung und Keimung der Pollenkörner nicht erfolgt ist; zur Entwicklung des Fleisches, das übrigens um so reichlicher auftritt, je mehr Kerne zur Ausbildung kommen, ist diese unvollkommene Bestäubung aber unbedingt nötig.

Ausnahmsweise bleiben auch reife Fleischfrüchte grün. So erwähnt LUDWIG (l. c. p. 380) von *Linnaea borealis*, daß die Beeren auch bei voller Reife noch frisch grün aussehen; als Grund für diese auffällige Erscheinung gibt er an, daß die Früchte durch Klebstoffe und nicht endozoisch verbreitet werden. Es ist sehr wahrscheinlich, daß sie durch Vögel vollständig vertilgt werden würden, wenn sie bunt gefärbt wären.

Von weit geringerer Bedeutung als die hervorstechenden Farben sind für die Vögel der gute Geschmack und angenehme Duft der fleischigen Früchte. Bereits in der Einleitung habe ich auf die geringe Ausbildung des Geschmacks- und Geruchsorganes hingewiesen; weiter unten (p. 486—499) wird noch ausführlich auf diese Fragen eingegangen werden.

Wo guter Geschmack und Geruch der Fleischfrüchte besonders ausgeprägt sind (Erdbeere, Himbeere, Quitte, Ananas, Aprikose, Pfirsich), dürften sie wahrscheinlich mehr für Säugetiere als für Vögel wichtig sein. In der Tat sind die betreffenden Organe bei Säugetieren viel empfindlicher als bei Vögeln; es soll jedoch

---

1) Vgl. MÜLLER (Thurgau), Ueber den Einfluß der Samenausbildung auf die Entwicklung und Beschaffenheit des Fruchtfleisches. Berichte der Schweizer bot. Gesellschaft, Bern 1893, Heft 3. Ferner: MÜLLER (Th.), Die Abhängigkeit der Ausbildung der Traubenbeeren und einiger anderer Früchte von der Entwicklung der Samen. Landwirtschaftliches Jahrb. der Schweiz, 1898.

durchaus nicht behauptet werden, daß Geruch und Geschmack bei den letzteren überhaupt nicht mitwirken könnten.

Die für unseren Geschmack oder Geruch angenehmen Fleischfrüchte finden sich meist entweder dicht über der Erde (Erdbeere, Brombeere, Johannisbeere usw.), oder aber auf Bäumen (Obstsorten), weniger jedoch auf höheren Sträuchern, wo die uns schlecht schmeckenden fleischigen Früchte vorherrschen (z. B. *Rhamnus*-, *Cornus*-, *Viburnum*-Arten). Die zuerst genannten Orte sind für Säugetiere leicht zugänglich, entweder direkt, oder durch Klettern (Affen), während die Sträucher mehr den Vögeln vorbehalten zu sein scheinen; tatsächlich stehen uns Geschmack und Geruch der Säugetiere weit näher als die der Vögel.

Die hier erörterten Anlockungsmittel für Vögel, besonders also die bunten Farben der Fleischfrüchte, wurden hauptsächlich deshalb näher behandelt, weil man von ihnen Schlüsse ziehen kann auf Schutzeinrichtungen gegen unbefugten Vogelfraß. Um nämlich zu Schutzeinrichtungen zu gelangen, brauchen wir uns nur das Gegenteil dieser Anlockungsmittel vorzustellen, also vor allem unscheinbare Farben, die mit denen der Umgebung übereinstimmen. Auf diese Weise werden die Samen und Früchte, fleischige sowohl wie nicht fleischige, den Blicken der Tiere entzogen; sie müssen also, wenn Schutzeinrichtungen gegen Vögel nötig sind, grün gefärbt sein, solange sie auf der Pflanze sitzen, d. h. vor und während der Reife, andererseits aber bräunlich (= erdfarben), sobald sie abgefallen sind, d. h. nach der Reife. Dagegen können wir kaum erwarten, daß schlechter Geschmack und Geruch wirksam sind; wohl aber dürfte eine nicht fleischige, d. h. harte und trockene Beschaffenheit, von großer Bedeutung sein. Es ist hier nicht der Ort, auf diese Verhältnisse näher einzugehen, sondern es wird bei späteren Gelegenheiten geschehen.

Obwohl streng genommen nicht zum Thema gehörig, ist es vielleicht doch gestattet, an dieser Stelle einige Bemerkungen zu machen über die wichtigsten Wirkungen, die die Vögel durch das Verzehren von fleischigen Früchten auf das Vorkommen derselben und die Verbreitung der Pflanzen ausüben.

Kein Zufall scheint es zu sein, daß sich fleischige Früchte meist an Sträuchern, weniger aber an Kräutern und Bäumen vor-

finden. Wie z. B. HILDEBRAND<sup>1)</sup>, HUTH<sup>2)</sup> und SERNANDER<sup>3)</sup> ausgesprochen haben, ist diese Tatsache vielmehr auf die auswählende Tätigkeit der Vögel zurückzuführen, die ja zum größten Teile in Gebüsch nisten. Die meisten Bäume dürften durch den Wind, die Sträucher endozoisch durch Vögel, die krautartigen Pflanzen epizoisch oder, soweit sie freistehen, ebenfalls durch den Wind verbreitet werden. Bei der geringeren Anzahl von fleischfrüchtigen Arten dicht über der Erde oder auf Bäumen scheint, wie schon erwähnt, die Verbreitung endozoisch weniger durch Vögel, als vielmehr durch Säugetiere zu erfolgen.

Auch das zeitliche und räumliche Auftreten der Fleischfrüchte steht in Zusammenhang mit den Vögeln. Bezüglich der Jahreszeit ist zu sagen, daß sie in den meisten Fällen im Herbst reifen und den Winter über unverdorben an der Pflanze verharren, so daß sie zu den „Winterstehern“ SERNANDERS (l. c. p. 453 f.) gerechnet werden müssen. Während des Sommers steht den Vögeln genug andere Nahrung zur Verfügung; im Winter aber sind ihnen die Fleischfrüchte besonders willkommen<sup>4)</sup>, weil das Futter knapp geworden ist.

Was das räumliche Vorkommen der fleischigen Früchte betrifft, so führt FOCKE (l. c. p. 105) an, daß in Südafrika, auf dem Australkontinent und auf Neuseeland die Zahl der einheimischen Fleischfrüchte eine sehr geringe ist, weil es dort an Vögeln (und Säugetieren) mangelt. Ebenso treten sie aus demselben Grunde in höheren Regionen, z. B. in den Alpen<sup>5)</sup>, sehr zurück; die Verbreitung findet hier hauptsächlich durch den Wind statt.

Wie wichtig die Tätigkeit der Vögel für die Pflanzenwelt ist, erhellt auch aus den Beobachtungen, die man<sup>6)</sup> über die Besiedelung von neuen Standorten gemacht hat, z. B. beim Trockenlegen eines Sees, bei neu entstandenen Inseln, oder beim Verfall von Ruinen. Als erste Ankömmlinge finden sich neben den durch den

1) HILDEBRAND, l. c. p. 160.

2) HUTH, Die Anpassungen der Pflanzen an die Verbreitung durch Tiere. Kosmos V, 1881, Heft 4.

3) SERNANDER, Zur Verbreitungsbiologie der skandinavischen Pflanzenwelt. Upsala 1901, p. 454.

4) Vgl. FOCKE, Die Verbreitung der Pflanzen durch Tiere. Kosmos V, 1881, p. 102.

5) Vgl. SCHRÖTER, Das Pflanzenleben der Alpen. Zürich 1904 bis 1908.

6) FOCKE, l. c. p. 104 und SERNANDER, l. c. p. 454—455.

Wind verbreiteten Arten mit Flugorganen die fleischfrüchtigen Gewächse, wenn auch der Wind von größerer Bedeutung ist als der Vogel.

Ein anderer Vorteil, den die fleischfrüchtigen Pflanzen durch die Vögel genießen, ist der, daß sie auf diese Art an Orte gelangen können, die ihnen sonst vermöge ihrer Struktur völlig unzugänglich wären. So treten sie auf als „Ueberpflanzen“ im Sinne KERNERS<sup>1)</sup> oder als Epiphyten auf Bäumen, ferner auf Mauern, Türmen, Felswänden, Dächern, Ruinen usw.<sup>2)</sup>, lauter Plätze, die auch andere Pflanzen nur durch Ausbildung besonderer Organe erreichen können, z. B. Flugorgane für den Wind und Kletteinrichtungen zum Anheften an Tiere. Man hat an solchen Orten fast alle fleischfrüchtigen Arten gefunden, hauptsächlich Ribes, Rubus, Sorbus, Fragaria, Solanum, Sambucus und Lonicera-Arten. Einige Pflanzen, besonders *Viscum album*, können nur auf Bäumen leben und sind zur Erreichung dieses Standortes auf Vögel angewiesen (vgl. p. 479—480).

Schließlich sei es nicht unterlassen, darauf hinzuweisen, daß nicht alle Fleischfrüchte zur Verbreitung durch Vögel geeignet sind. Vor allem bietet die Größe mancher Früchte Schwierigkeiten; oft sind die Kerne so groß, daß die Vögel das Fleisch nur abnagen, die Kerne aber übrig lassen (Kirschen, Pflaumen, Pfirsiche und Aprikosen), oder aber die Früchte sind als Ganzes zu groß, als daß sie verzehrt werden könnten (Aepfel, Pomeranzen, Kürbisse, Bananen und zahlreiche andere tropische Gewächse). HILDEBRAND (l. c. p. 127—128) sucht diese Verhältnisse auf den Einfluß des Menschen zurückzuführen, der aus kleinen Stammformen die großen Kulturformen herangezogen hat. FOCKE dagegen (l. c. p. 102) glaubt, daß sie nicht der Verbreitung durch Vögel, sondern durch Säugetiere, besonders Affen und Bären, angepaßt seien. Von Fall zu Fall dürfte bald die eine, bald die andere

1) KERNER, Pflanzenleben Bd. I, 1887, p. 52.

2) Man vergleiche neben anderen Autoren besonders HUTH, Die Anpassungen der Pflanzen an die Verbreitung durch Tiere. Kosmos V, 1881, Heft 4; JAAP, Ueberpflanzen bei Bad Nauheim in Oberhessen, Deutsche botan. Monatschrift, 1899, No. 9 u. 10; JAAP, Auf Bäumen wachsende Gefäßpflanzen in der Umgegend von Hamburg. Abhandl. d. naturw. Vereins in Hamburg 1897; SCHIMPER Botanische Mitteilungen aus den Tropen, Heft 2: Die epiphytische Vegetation Amerikas, Jena 1888.

Ansicht zutreffen; bisweilen könnten beide Umstände auch zusammenwirken.

Da, wie genügend auseinandergesetzt worden ist, im Verzehr der fleischigen Früchte kein unbefugter, sondern ein befugter Vogelfraß vorliegt, der durch verschiedene Anlockungsmittel begünstigt wird, dürfen im Fleische keine Stoffe vorhanden sein, welche die Tiere abschrecken könnten, oder mit anderen Worten, es dürfen im Fleische keine Schutzeinrichtungen gegen Vogelfraß vorkommen. Mithin dienen alle Substanzen, die gegen andere Tiere (Raupen, Schnecken, Würmer, manche Säugetiere) als Schutzmittel gedeutet werden können, seien sie nun mechanischer oder chemischer Art, im allgemeinen, soweit sie im Fruchtfleische enthalten sind, auf keinen Fall dazu, die Vögel abzuhalten; gegen alle diese Schmerz erzeugenden oder schlecht schmeckenden Stoffe müssen sie zum mindesten unempfindlich sein. Damit soll aber durchaus nicht gesagt werden, daß sie auch gegen andere Tiere unwirksam sein müßten.

Es seien zunächst die mechanischen Mittel ins Auge gefaßt, die auf Vögel keinen Einfluß ausüben dürfen.

In vielen Fleischfrüchten sind Rhabdiden eingelagert, jene Kristallbündel von Calciumoxalat, die nach den Untersuchungen STAHL<sup>1)</sup> einen ausgezeichneten Schutz gegen Schnecken und andere Tiere gewähren. Ich möchte hier eine Stelle über diesen Gegenstand aus dem zitierten Werke von STAHL wörtlich anführen (p. 96):

„Wenig empfindlich oder vielleicht ganz unempfindlich gegen Rhabdiden sind viele beerenfressende Vögel (Amseln, Drosseln, Hühnerarten), welche namentlich im Winter ganz beträchtliche Mengen nadelführender Beeren verzehren. So werden die Beeren von *Phytolacca decandra*, *Ampelopsis quinquefolia*, *Convallaria majalis*, *Asparagus officinalis*, *Tamus communis* usf. in beträchtlichen Quantitäten und ohne Schaden von den beerenfressenden Vögeln genossen.“

Ferner gehören hierher die Borstenhaare, die man in den Früchten von Rosa-Arten findet. Jeder, der einmal Hagebutten entkernt hat, weiß, wie unangenehm diese Haare an den Fingern jucken, und beim Genuß von Speisen, die aus Hagebutten

1) STAHL, Pflanzen und Schnecken. Jena 1888, p. 84—100.

hergestellt worden sind, verspürt man ein unangenehmes Kratzen im Halse, wenn nicht sämtliche Haare vorher sehr sorgfältig entfernt waren. So erscheint es begreiflich, daß sie tatsächlich einen Schutz gegen den unbefugten Fraß gewisser Tiere, nämlich von Mäusen, bieten; auf diese Frage wird am Ende der Arbeit eingegangen werden. Auf Vögel aber haben sie nicht den mindesten abschreckenden Einfluß; nach KEMPSKI<sup>1)</sup> werden die Hagebutten vom Birkhubn (*Tetrao tetrix*) und von Drosselarten (*Turdus*-Arten) in großen Mengen vertilgt, außerdem verzehren die Gimpel (*Pyrrhula europaea*) gern das Fruchtfleisch, und zwar unbefugterweise, da sie die Kerne zurücklassen (vgl. unten p. 505).

Man kann jedoch vermuten, daß ein Unterschied bestände zwischen der Verdauung der Früchte mit Haaren und der ohne Haare, nämlich insofern, daß die Haare den Darmkanal derart reizten, daß die Verdauung schneller von statten ginge, die Kerne also eine kürzere Zeit den Verdauungssäften ausgesetzt wären und die Möglichkeit der Bewahrung ihrer Keimfähigkeit eine größere sei. Die Experimente bestätigten diese Annahme nicht; außerdem würde es bei der sehr dicken Schale der Hagebuttenkerne kaum darauf ankommen, ob sie etwas längere oder kürzere Zeit im Vogelorganismus verweilen. Bei Versuchen mit Hühnern konnte nicht der geringste Unterschied wahrgenommen werden zwischen den Fütterungen von Hagebutten mit Haaren und denen von solchen Früchten, aus welchen vorher sämtliche Haare durch Auskratzen sorgfältig beseitigt worden waren. In beiden Fällen gingen die Kerne unverletzt, und zwar nur durch den Darm ab (Unterschied von der Amsel, erklärlich aus der Größe des Huhnes); die Zeitdauer war in beiden Experimenten dieselbe, nämlich etwa eine Stunde. Es wurden verfüttert: 1) Die Kerne ohne Haare, 2) die Kerne mit Haaren, 3) das Fleisch ohne Haare, 4) das Fleisch mit Haaren und 5) halbierte Früchte ohne Entfernung der Kerne und Haare. Freiwillig nahmen die Tiere nichts zu sich; alles mußte zwangsweise beigebracht werden, wie es p. 456 f. geschildert wurde. Die Verdauung wurde wohl durch das Fleisch, nicht aber durch die Haare beschleunigt; Fleisch mit Haaren und solches ohne Haare zeigte also dieselbe Verdauungsdauer. Manche Kerne blieben lange im Kropfe und Magen liegen; als ein Huhn

1) KEMPSKI, Ueber endozoische Samenverbreitung und speziell die Verbreitung von Unkräutern durch Tiere auf dem Wege des Darmkanals. Diss. Rostock, 1906, p. 4.

nach etwa 8 Tagen geschlachtet wurde, fanden sich immer noch viele Kerne im Magen vor.

Aehnliche Experimente wurden mit Amseln und einem Dompfaff (= Gimpel) vorgenommen; der Erfolg war genau derselbe. Beide Vögel fraßen die Hagebutten freiwillig; beim Dompfaff ist jedoch obige Einschränkung zu beachten. In keinem Falle kümmerte sich irgendein Vogel auch nur im geringsten um die Borstenhaare. Bei der Amsel, welche die Früchte, soweit sie nicht zu groß waren, ganz hinunterschluckte, wurde etwa die Hälfte der Kerne ausgespieden, die andere Hälfte aber durch den Darm entleert, ganz gleich, ob sie mit oder ohne Haare vorgelegt waren (im letzteren Falle waren die Hagebutten zum Entfernen der Haare natürlich geöffnet worden); folglich haben diese Gebilde auch keinen Einfluß auf das Ausspucken der Kerne.

Eine andere Art mechanischen Schutzes könnte von dem Schleime ausgehen, den wir in manchen fleischigen Früchten finden. Schnecken z. B. ist es nach STAHL unmöglich (l. c. p. 77—83), schleimigen Pflanzenteilen beizukommen, weil die zur Zerreibung der Nahrung dienende, mit spitzen Zähnen besetzte Radula von der schleimigen Masse einfach abgleitet.

Bei den Vögeln, speziell Weichfressern, fällt diese Wirkung selbstverständlich fort, da sie ja keine Zähne haben, vielmehr die fleischigen Früchte unzerkleinert verschlingen. So werden die Beeren von *Viscum album* durch viele Vögel verzehrt, nach KEMPSKI (l. c. p. 2) durch Taubenarten (*Columba palumbus* und *C. oenas*), ferner durch den Seidenschwanz (*Bombycilla garrula*) und durch Drosselarten (*Turdus viscivorus* = Misteldrossel, *T. merula* = Amsel und *T. pilaris* = Wacholderdrossel); ein Vogel, *Turdus viscivorus*, hat sogar nach seiner Vorliebe für diese schleimigen Früchte seinen Namen erhalten. Der klebrige Schleim hat neben anderen Funktionen vor allem eine wichtige Bedeutung für die Pflanze. Die Kerne werden von den Vögeln zwar ausgespieden, bleiben aber bekanntlich wegen des ihnen anhaftenden Schleimes am Schnabel kleben. Nun suchen sich die Tiere des unbequemen Hindernisses zu entledigen und streifen es auf die Aeste der Bäume ab; natürlich haften die Kerne dort fest und haben auf diese Weise einen ihnen zusagenden Ort für die Keimung gefunden.

Bei Versuchen mit einer Amsel, die die Beeren nicht besonders gern verzehrte, waren die Kerne oft an den Stäben des Käfigs festgeklebt. Im Freien kann man sehr häufig auf Obst-

bäumen solche angeheftete Kerne sehen. Bisweilen hängen sie auch, zu Schnüren von 4—5 Stück vereinigt, von den Zweigen herab; in diesem Falle sind sie durch eingetrocknete dünne Schleimfäden miteinander verbunden. Die Erklärung dieser Tatsache fällt leicht, wenn man annimmt, daß mehrere Kerne gleichzeitig oder kurz hintereinander durch Ausspucken aus dem Kropfe entfernt werden, sich aber dabei durch den Schleim noch berühren; sie bleiben am Schnabel hängen und werden dann abgestreift. Bei den Versuchen mit der Amsel waren die Kerne nur einzeln mit etwas Schleim bedeckt abgegeben worden. Mit einer Misteldrossel konnten leider keine Experimente ausgeführt werden, da ich einer solchen nicht habhaft werden konnte.

Außer durch Auspeien kann bei manchen Vögeln eine Aussaat der Mistelkerne auch gelegentlich mit den Exkrementen erfolgen, mit denen sie auf den Aesten der Bäume festgekittet werden. Diese Art der Verbreitung ist jedoch weniger sicher, weil viele Kerne auf die Erde fallen und dort zugrunde gehen.

Weniger bekannt ist endlich eine dritte Verbreitungsmöglichkeit. Einige Früchte werden beim Pflücken durch die Vögel herabfallen; nach KRONFELD<sup>1)</sup> können sie dabei durch wiederholtes Anprallen an den Zweigen zerschellen und mittels des Schleimes haften bleiben. Natürlich gehen auch hierbei zahlreiche Keime verloren.

Wenn wir uns fragen, worin die Unempfindlichkeit der Vögel gegenüber mechanisch verletzend wirkenden Einrichtungen, wie den Rhaphiden und den Borstenhaaren bei *Rosa*, begründet sein mag (von der Schleimwirkung bei *Viscum* ist natürlich abzusehen), so müssen wir uns der in der Einleitung behandelten Beschaffenheit des Verdauungsapparates erinnern. Gerade diejenigen Teile, die bei anderen Tieren, z. B. Säugetieren, für Schmerzeinwirkungen besonders empfänglich sind, zeigen bei Vögeln einen hohen Grad von Widerstandsfähigkeit oder fehlen ganz; Lippen sind nicht vorhanden, die Mundhöhle einschließlich der Zunge ist verhornt und auch der Magen mit einer unempfindlichen Schicht überzogen. Die Speiseröhre und der Darmkanal dürften ebenfalls recht viel aushalten können.\*

Wenden wir uns nunmehr zu den Substanzen, die ihrer chemischen Beschaffenheit halber als Schutzeinrichtungen

1) KRONFELD, Zur Biologie der Mistel. Biol. Centralbl., 1887.

gelten könnten und gegenüber anderen Tieren auch wirksam sind. Es handelt sich hierbei um schlecht schmeckende, teilweise auch giftige Stoffe; dadurch, daß sie im Fleische von Früchten vorkommen, also auch von Vögeln gefressen werden, ist bewiesen, daß sie als Schutzeinrichtungen gegen diese Tiere nicht in Betracht kommen können.

Die folgenden Angaben sind aus Werken von HUSEMANN<sup>1)</sup> und CZAPEK<sup>2)</sup> zusammengestellt worden, falls nichts anderes bemerkt worden ist. Es sei betont, daß nicht alle in Fleischfrüchten vorkommenden chemischen Substanzen aufgezählt worden sind, sondern nur die, welche als Schutzmittel angesehen werden könnten; jedoch wird auch in dieser Beziehung kein Anspruch auf Vollständigkeit erhoben. Auch habe ich durchaus nicht alle Fleischfrüchte angeführt, in denen ein bestimmter Stoff vorhanden ist; es wurde eben in jeder Beziehung nur eine Auswahl getroffen. Dagegen sind, um später Wiederholungen zu vermeiden, an geeigneten Stellen auch einige nicht fleischige Samen und Früchte mit aufgenommen worden, die anerkanntermaßen ein Lieblingsfutter vieler Vögel, natürlich hauptsächlich von Körnerfressern, bilden. Auch von Fleischfrüchten sind nur diejenigen erwähnt, von denen man sicher beobachtet hat, daß sie von Vögeln verzehrt werden; eine Aufzählung der betreffenden Vögel wird nur da erfolgen, wo es nötig erscheint, im übrigen wolle man eventuell in der auf p. 454—455 angeführten Literatur über diesen Punkt nachsehen.

Gerbsäuren oder Gerbstoffe finden sich in den Früchten von *Vitis vinifera*, *Rhamnus cathartica* und *Sorbus aucuparia*; nach WINCKEL<sup>3)</sup> kommt eine besondere Sorte Gerbstoff auch in Äpfeln, Birnen, Pflaumen, Kirschen, Stachelbeeren, Erdbeeren und verwandten Fruchtarten vor. Ferner weisen nach PFEIFFER<sup>4)</sup> die Arillen der Connaraceen einen großen Gerbstoffgehalt auf. Von nicht fleischigen Früchten ist vor allem *Helianthus annuus* zu nennen; auch die von manchen Vögeln verspeisten Eicheln können erwähnt werden.

1) HUSEMANN-HILGER, Die Pflanzenstoffe. 2. Aufl., 2 Bände. Berlin 1882 u. 1884.

2) CZAPEK, Biochemie der Pflanzen, Bd. II, 1905.

3) WINCKEL, Ueber Gerbstoff im Fruchtfleische des Obstes. Zeitschr. d. Allgem. österr. Apothekervereins, Wien 1905, No. 40.

4) PFEIFFER, Die Arillargebilde der Pflanzensamen. ENGLERS bot. Jahrb., Bd. XIII, 1891, p. 535.

Gegen manche Säugetiere sowie gegen Schnecken bilden diese Gerbsäuren, wie durch STAHL'S Beobachtungen (l. c. p. 32—39) bekannt geworden ist, ein ausgezeichnetes Wehrmittel. Sie sind massenhaft in den verschiedensten Pflanzenteilen ausgeschieden und häufen sich besonders nach der Peripherie zu. Auch in manchen Knospen, die bekanntlich von einigen Vogelarten gern verzehrt werden (Dompfaff, Kreuzschnabel, Meisen, Haselhuhn)<sup>1)</sup>, dürften Gerbstoffe vorhanden sein.

Es seien hier noch einige andere Säuren kurz angefügt, von denen, soviel mir bekannt, eine Schutzwirkung auf Tiere bisher nicht festgestellt worden ist, aber doch vielleicht bei sehr empfindlichen Tieren angenommen werden könnte. Aepfelsäure ist frei oder als Salz gebunden in zahlreichen fleischigen Früchten aufgefunden, z. B. in *Morus nigra*, *Berberis*, *Ribes*-Arten, *Sorbus aucuparia*, *Pirus*-Arten, *Rubus*, *Fragaria*, *Prunus*-Arten, *Vitis vinifera*, *Vaccinium* und *Sambucus*. Ferner enthalten *Vitis vinifera*, *Morus* und *Mahonia aquifolium* Weinsäure, ebenfalls teils in freier, teils in gebundener Form. Sodann zeigen viele Fleischfrüchte einen Gehalt von Zitronensäure (frei oder gebunden), so *Ribes grossularia* und *rubrum*, *Sorbus aucuparia*, *Fragaria*-Arten, *Rosa*-Arten, *Prunus padus*, *Pr. cerasus*, *Rubus Idaeus*, *Vaccinium Myrtillus*, *Vacc. Vitis Idaea*, *Solanum Dulcamara*, *Sol. lycopersicum* und *Sambucus racemosa*. Endlich kommt Bernsteinsäure in Stachel- und Johannisbeeren, Aepfeln und Bananen vor, Salicylsäure in *Fragaria*, *Rubus Idaeus* und vielen anderen Fleischfrüchten, Phytolaccinsäure in *Phytolacca decandra* und Laurinsäure in *Laurus nobilis*. Diese Tabelle von Säuren könnte leicht erweitert werden.

Bitterstoffe wirken nach STAHL (l. c. p. 48) abschreckend auf Schnecken ein; ein solcher, Xylostein genannt, findet sich in den Früchten von *Lonicera xylosteum*.

Alkaloide und Glykoside dürften, wie bekannt, wegen ihres schlechten Geschmacks und ihrer Giftigkeit von den meisten Tieren gemieden werden, ebenso natürlich die mit ihnen durchtränkten Pflanzenteile. Einige Vertreter dieser Substanzen lassen sich nachweisen in den Früchten von *Paris quadrifolia* (Saponin), *Convallaria majalis* (Convallamarin und Con-

1) Vgl. oben p. 451.

vallarin), *Daphne Mezereum* (Daphnin), *Atropa Belladonna* (Atropin und Hyoscyamin), *Solanum nigrum* (Solanin), *Solanum dulcamara* (Solanin), *Lonicera xylostium* (Xylostin) und in den nicht fleischigen Samen von *Brassica*-Arten (Sinigrin). Die Vogelarten, welche Fleischfrüchte dieser Gruppe verzehren, werden gleich nachher aufgezählt werden. Es soll jedoch durchaus nicht die Behauptung aufgestellt sein, daß alle Vögel gegen sämtliche Alkaloide und Glykoside unempfindlich wären.

Die Bedeutung der ätherischen Oele für die Pflanzen ist von verschiedenen Forschern auf verschiedenen Gebieten gesucht worden; am wahrscheinlichsten ist die von STAHL<sup>1)</sup> und DETTO<sup>2)</sup> ausgesprochene und experimentell begründete Ansicht, daß sie als Schutzeinrichtungen gegen Tiere, insbesondere gegen Schnecken, aufzufassen seien. Solche ätherischen Oele verschiedener Art sind z. B. enthalten in den Früchten von *Juniperus communis*, *Jun. Virginiana* und *Jun. Sabina* (Pinen und Kadinen), deren Verbreitung durch sehr viele Vögel, besonders durch die Wacholderdrossel (*Turdus pilaris*) bekannt ist. Ferner gehört hierher *Laurus nobilis* (Eugenol, Pinen und Cineol), sowie *Myristica fragrans* (Myristicin, Dipenten und Pinen); die Muskatnüsse werden ihres Arillus halber nach PFEIFFER (l. c. p. 535) gern von *Carpophaga*- (Fruchtauben), *Columba*- (Holztauben) und *Buceros*- (Hornvögel-) Arten verzehrt. Endlich würden noch einige andere tropische Gewächse zu erwähnen sein, z. B. der Zimtbaum (*Cinnamomum*, enthält Phellandren, Pinen, Camphen, Kadinen); nach KEMPSKI (l. c. p. 12) überläßt man auf Ceylon die Kultur dieses Baumes einzig und allein einer kleinen Elsterart, die sich von den aromatischen Beeren nährt und sie dabei aussät. Es sei aber gleich an dieser Stelle darauf aufmerksam gemacht, daß nicht alle ätherischen Oele den Vögeln gleichgültig oder gar angenehm sind; auf diese Frage wird später, besonders bei den Umbelliferen, noch eingegangen werden.

Eine recht merkwürdige Tatsache ist es, daß zahlreiche Vögel manche für die meisten anderen Tiere giftige, oft sogar tödlich wirkende Früchte ohne jeden Schaden vertragen können, auch wenn sie in beträchtlichen Mengen genossen werden. Bei *Daphne Mezereum* handelt es sich nach KEMPSKI (l. c. p. 6)

1) STAHL, l. c. p. 44—48.

2) DETTO, Ueber die Bedeutung der ätherischen Oele bei den Xerophyten. *Flora*, 1903, p. 147—199.

hauptsächlich um *Sylvia*- (Grasmücken) und *Motacilla*- (Bachstelzen-)Arten, nach HUTH<sup>1)</sup> auch um *Muscipeta albicollis* und *Turdus*- (Drossel-)Arten, sowie andere Vögel. Viele Drosseln stellen *Atropa Belladonna* gierig nach (LUDWIG, l. c. p. 371), ebenso *Solanum nigrum* und *Sol. Dulcamara*. *Paris quadrifolia* wird von *Sylvia salicaria* (Gartengrasmücke, nach HOLMBOE, l. c. p. 312) aufgenommen, wahrscheinlich auch noch von anderen Vögeln, und *Lonicera*-Arten vom Rotkehlchen (*Erithacus rubeculus*) und anderen. Endlich werden die giftigen Früchte von *Evonymus*-Arten massenhaft durch das Rotkehlchen verspeist, so daß sie den Namen Rotkehlchenbrot erhalten haben.

Ohne Zweifel werden von Körnerfressern ebenfalls manche Samen und Früchte, die auf andere Tiere giftig wirken, ohne Nachteil genossen. Bei KERNERS Fütterungsversuchen (l. c. p. 800) verschmähte eine Singdrossel die unter die gewöhnliche Nahrung gemengten Samen von Tabak, Bilsenkraut und Fingerhut nicht und erlitt dadurch keine schädlichen Folgen; es ist jedoch daran zu erinnern, daß die Singdrossel im Freien als Weichfresser keinerlei trockene Nahrung aufnimmt. Wenn bei diesen Experimenten KERNER gefunden hat, daß *Phytolacca* die Erkrankung einer Singdrossel herbeiführte, so dürfte diese Erscheinung wohl in irgendeinem äußerlichen Zufalle ihren Ursprung haben, der mit dem Versuche zusammentraf; nach HILDEBRAND (l. c. p. 27) genießen Vögel aller Art, besonders Schwarzdrosseln, diese Früchte sehr gern.

Man könnte den Einwand erheben, daß die einzelnen Fleischfruchtarten oft nur von bestimmten Vögeln verzehrt werden, also durchaus nicht von den Vögeln im allgemeinen. Demnach könnte auch das Vorkommen eines mechanisch oder chemisch wirkenden Stoffes in einer Fleischfrucht höchstens beweisen, daß einzelne Vogelarten gegen denselben unempfindlich seien, und diese Folgerung dürfte durchaus nicht auf alle Vögel ausgedehnt werden. Man könnte also sagen, daß es sich hier stets um Spezialisten handle (vgl. p. 446). Demgegenüber muß aber wiederholt werden, daß unter den Begriff Spezialisten nur solche Tiere fallen, die mit Gegenanpassungen an Schutzeinrichtungen der Pflanze ausgerüstet sind. Davon kann jedoch bei fleischigen Früchten nicht die Rede

1) HUTH, Die Anpassungen der Pflanzen an die Verbreitung durch Tiere. Kosmos V, 1881, Heft 4.

sein, denn es ist für sie von Vorteil, wenn im Fleische keine Schutzmittel, sondern Anlockungsmittel vorhanden sind. So sehen wir in der Tat, daß zur Zeit der Not, also besonders im Winter, sämtliche Weichfresser, ja oft auch Körnerfresser, alle möglichen fleischigen Früchte aufsuchen; auch bei den Versuchen im Käfig fraßen Amseln und andere Weichfresser fast alle ihnen vorgelegten Fleischfrüchte, wenn sie hungrig waren. Ferner ist zu bedenken, daß aller Wahrscheinlichkeit nach die Beobachtungen noch nicht zahlreich genug sind, um mit Bestimmtheit sagen zu können, daß eine gewisse Fleischfrucht nur von den bereits festgestellten Vögeln verzehrt wird; es kann vielmehr angenommen werden, daß weit mehr Vogelarten sich von einer Fleischfruchtsorte nähren, als wir bis jetzt wissen.

Dennoch ist nicht zu leugnen, daß die meisten Vögel wenige Fleischfruchtarten den anderen vorziehen, wenn ihnen die Wahl freisteht, wobei jedoch jede Frucht ihren besouderen Liebhaber findet und nicht etwa eine von allen Tieren verschmäht wird. Diese Tatsache hängt wohl der Hauptsache nach damit zusammen, daß bestimmte Vogelarten vermöge ihrer Schnabelgröße und -form, die ja kaum bei zwei Arten völlig übereinstimmen, der einen Fleischfrucht leichter beizukommen vermögen als der anderen; ferner damit, daß sie für eine gewisse Farbe eine besondere Vorliebe besitzen, beispielsweise für die rotfrüchtigen Arten mehr als für die gelben, blauen, schwarzen und weißen; endlich wäre es auch denkbar, daß der Geruch und Geschmack einer bestimmten Fleischfrucht einem gewissen Vogel besonders gefallen, denn wenn auch Geruchs- und Geschmacksorgane der Vögel wenig entwickelt sind, so dürfen sie doch nicht gänzlich ausgeschaltet werden (vgl. p. 494f.).

Wie aber kann die Widerstandsfähigkeit der Vögel gegenüber den oben geschilderten Giften und schlecht schmeckenden Substanzen, also gegenüber chemischen Stoffen, die andere Tiere zurückschrecken, erklärt werden? Die Immunität gegen die genannten Gifte ist nicht leicht zu begründen; man kann nur annehmen, daß sich die Vögel allmählich an die schädlichen Substanzen gewöhnt und angepaßt haben, so daß nicht allein die Früchte durch die Vögel, sondern auch die Vögel durch die Früchte beeinflußt worden wären.

Weit einfacher scheint es dagegen, die Unempfindlichkeit gegen schlecht schmeckende Substanzen einzusehen. Man braucht sich

nur vorzustellen, daß die chemischen Sinne der Vögel, also der Geschmackssinn, eventuell bei unangenehm duftenden Früchten auch der Geruchssinn, wenig ausgeprägt seien, ein Schluß, der bei der geringen Ausbildung der betreffenden Organe außerordentlich nahe liegt.

### 3. Versuche über den Geschmackssinn der Vögel.

Damit sind wir wieder bei den Sinnesorganen der Vögel angelangt, die bereits in der Einleitung kurz charakterisiert wurden. Es ist dort schon hervorgehoben worden, wie wichtig das Auge zum Auffinden der Nahrung ist. Von den beiden anderen Sinnen, die für die Auswahl des Futters in Betracht kommen, ist der wichtigere entschieden der Geschmack. Es dürfte hier der passende Ort sein, einige Versuche über den Geschmackssinn der Vögel einzuschleiben; dieselben wurden angestellt, weil die mir zugängliche Literatur über diese Frage keine befriedigende Auskunft gab. Experimente über den weniger entscheidenden Geruchssinn habe ich nicht ausgeführt.

Zu diesen Versuchen wurden die verschiedensten Vögel herangezogen, Weichfresser sowohl wie Körnerfresser, nämlich Amsel (*Turdus merula*), Baumkleiber (*Sitta caesia*), Rotkehlchen (*Erithacus rubecula*), Kohl-, Blau- und Sumpfmeise (*Parus major*, *caeruleus* und *fruticeti*); ferner von Körnerfressern Dompfaff (*Pyrrhula europaea*), Stieglitz (*Carduelis elegans*), Grünfink (*Chloris hortensis*) und Edelfink (*Fringilla coelebs*).

Verwendung fanden lauter schlecht oder scharf schmeckende Substanzen, und zwar nicht nur solche, die in Früchten vorkommen, sondern auch im Pflanzenreiche, speziell in Samen und Früchten unbekannte Stoffe. Die Methoden, nach denen bei diesen Experimenten verfahren wurde, sind bei den einzelnen Versuchen angegeben; meist mischte ich die Substanzen unter das gewöhnliche Futter der Tiere, so daß sie in demselben gleichmäßig verteilt waren. Bemerkte sei noch, daß bei sämtlichen Experimenten, wenn nicht ausdrücklich etwas anderes gesagt worden ist, die Vögel nicht oder nur wenig hungrig waren. Es erwies sich als vorteilhaft, das Futter vor Beginn der Versuche auf etwa eine halbe Stunde zu entziehen, denn vollständig gesättigte Tiere lassen den Beobachter zu lange warten, bis sie wieder Appetit verspüren. Es ist nämlich nötig, beim Anfange des Versuches den Vögeln

zuzuschauen, um wahrzunehmen, ob sie das Futter gern verzehren oder nicht. Der durch das halbstündige Fasten hervorgerufene Hunger dürfte nur sehr mäßig sein, auf keinen Fall aber so groß, daß die Tiere ihnen nicht zusagende Stoffe sofort und ohne Widerstand fressen würden.

Tannin oder Gallusgerbsäure, der Gerbstoff der Eichen gallen, schmeckt den Menschen und vielen Tieren bekanntlich sehr unangenehm bitter und zusammenziehend (man vergleiche oben p. 482).

Unter das Futter für Weichfresser, sogenanntes Universalfutter, wurde so viel festes Tannin gemischt, daß es 5 Proz. der Gesamtmenge ausmachte. Das Ganze war, wie es bei dieser Sorte Futter wegen seiner Trockenheit auch unter normalen Verhältnissen immer nötig ist, mit frisch geriebener Mohrrübe, die man auch einfach durch Wasser ersetzen kann, angefeuchtet worden; also ist der Einwurf nicht möglich, die Vögel hätten das Tannin nicht schmecken können, da sie ja alles hätten trocken hinunterschlucken müssen. Auf 19 g Universalfutter + Mohrrübe kam beispielsweise 1 g Tannin; die Mischung wurde gekostet und schmeckte entsetzlich. Das so behandelte Futter wurde einer Amsel und einem Baumkleiber vorgesetzt; beide Vögel fraßen wiederholt und scheinbar gern davon, ohne irgendwie zurückzuschauern. Der Kleiber erhielt mehrere Tage lang nur diese tanninhaltige Nahrung; er schien sie stets mit größtem Appetite zu verzehren und nicht weniger als sonst aufzunehmen. Auch ein Rotkehlchen bekam davon zu fressen; dieses kostete erst, als es hungrig geworden war, fraß aber dann wiederholt und ohne Abscheu.

Ferner wurde ein dünner Brei von Tannin zurechtgerührt und darin Mehlwürmer herumgewälzt, eine Lieblingsspeise der Weichfresser, so daß jene ganz mit Gerbsäure bedeckt waren; leider starben die Tiere meist bald darauf. Trotzdem wurden sie von Amseln, Kohl-, Blau- und Sumpfmeisen, Kleiber und Rotkehlchen vertilgt, wenn auch vielleicht nicht ganz so gern wie gewöhnliche Mehlwürmer. Alle Vögel außer den Meisen schlangen die Tiere ganz hinunter; die Meisen aber, denen sie zu groß waren, zerstückelten sie mit dem Schnabel, wobei sie die Mehlwürmer zwischen den Krallen festhielten, und fraßen die einzelnen Brocken nacheinander.

Ein besonders begehrtes Futter für Körnerfresser, das aber auch von manchen Weichfressern, z. B. Meisenarten, als Delikatesse

genossen wird, sind Hanfkörner. Solche Hanfkörner wurden gequetscht, d. h. ihre Schalen durch eine Hanfmühle zerbrochen, und eine Stunde lang in konzentrierte Tanninlösung gelegt. Nun ist es zwar sehr fraglich, ob der fette Hanfsame irgendwelche Flüssigkeit und mit ihr die gelöste Substanz aufnimmt, aber es ist schwer, für Körnerfresser ein gleich gern gefressenes Korn zu ermitteln, das nicht ebenfalls fetthaltig, aber doch für Beobachtungen groß genug ist, und dessen Schalen sich ohne Zerstückelung des Ganzen gleich mühelos öffnen lassen, damit die Substanz auch nach dem Innern dringen kann. Beim Kosten schmeckte der eingeweichte Hanf stark nach Tannin, auch als er oberflächlich trocken geworden war. Zweifellos war zwischen Samen und Samenschale eine genügende Menge Gerbsäure zurückgeblieben; trotzdem soll auf diese Versuche mit Hanf nicht viel Wert gelegt werden, sie sollen vielmehr nur da Berücksichtigung finden, wo ihre Richtigkeit durch andere einwandfreie Experimente mit derselben Substanz bestätigt wird.

Als die Hanfkörner nach dem Verweilen in Tanninlösung äußerlich abgetrocknet waren, gab ich sie einem Dompfaff und sämtlichen Meisenarten; alle Vögel verzehrten sie, ohne Anstoß zu nehmen. Der Dompfaff nimmt die ganzen Körner in den Schnabel und wälzt sie mit der Zunge so lange hin und her, bis sie die zum Zerbeißen geeignete Lage erlangt haben; auf diese Weise kommt die Zunge gründlich mit allen Teilen des Kornes in Berührung. Die Meisen dagegen besitzen als Weichfresser einen zum Zerbeißen ungeeigneten Schnabel; sie nehmen jeden Samen zwischen die Krallen, hacken ihn geschickt mit dem Schnabel auf und fressen ihn dann aus. Dompfaff sowohl wie Meisen lassen die unbrauchbaren Schalen zurück.

Sodann wurden unter zerriebene Walnüsse 5 Proz. festes Tannin gemischt; dieses Futter erhielten Dompfaff und Meisenarten, die es anstandslos verzehrten.

Alle Vögel fraßen die gerbsäurehaltige Nahrung vollständig auf; kein einziger ließ etwa nach dem ersten Bissen ab, was er getan haben würde, wenn er ihm schlecht schmeckte.

Nunmehr nahm ich einen größeren Prozentsatz Tannin; unter alle verwandten Futtersorten wurden etwa 10 Proz. trockene Gerbsäure gemengt. Amsel, Kleiber und Dompfaff verweigerten die Annahme nicht, wenn sie auch wesentlich langsamer und sichtlich ungern daran gingen; die Meisen jedoch und das Rotkehlchen fraßen auch bei stärkstem Hunger nur einen Teil.

Auch die Versuche mit den Mehlwürmern wiederholte ich in konzentrierterer Form; der Brei wurde nämlich dicker gemacht und so reichlich aufgestrichen, daß die Schicht Tannin auf den Würmern teilweise halb so stark war als diese selbst. Die Meisen eilten sofort herbei, standen aber bald von ihrem Vorhaben voll Entsetzen ab und wetzten ihren Schnabel wiederholt auf den Sitzstangen, um den unangenehmen, klebrigen Stoff wieder loszuwerden. Dann kamen sie wieder, ließen nochmals ab und so fort, bis endlich die Mehlwürmer ganz unbeachtet blieben. Der Brei war entschieden zu dick; er trocknete nach kurzer Zeit zu einer starren Kruste ein. Die Mehlwürmer starben sofort nach dem Einbringen in den Brei. Trotzdem brachten es Amsel und Kleiber fertig, wenn auch mit einiger Mühe, mehrere solche Tiere zu verzehren.

Kein Vogel erlitt irgendwelchen sichtbaren Schaden durch diese Experimente, trotzdem teilweise ganz beträchtliche Quantitäten Tannin vertilgt worden waren. So nahm der Kleiber bei einem Eigengewicht von etwa 22 g im Laufe von 5 Tagen etwa 3 g Tannin auf. Nur stellte sich in den meisten Fällen etwas Verstopfung ein, die aber bald wieder behoben wurde.

Zitronensäure zeigt zwar in geeigneter Verdünnung einen ganz angenehmen Geschmack, wirkt aber in solchen Konzentrationen, wie sie in den folgenden Versuchen angewandt wurden, sehr scharf und ätzend.

In eine etwa 7-proz. Lösung von Zitronensäure legte ich gequetschten Hanf und frische Ameisenpuppen hinein und nahm sie nach etwa 6 Stunden wieder heraus. Ohne sie vorher abzuspülen, wurden sie zum oberflächlichen Trocknen ausgebreitet und dann den Tieren vorgesetzt. Ameisenpuppen erhielten die drei Meisenarten, die sie teils ganz hinunterschluckten, teils nur stückchenweise ausfraßen, ferner Kleiber und Rotkehlchen, welche sie sämtlich unzerkleinert verschlangen; der Quetschhanf wurde an die drei Meisenarten, einen Stieglitz und Dompfaff verfüttert. Alle Vögel verzehrten diese Nahrung scheinbar gern, ohne etwas anderes zurückzulassen als die Schalen.

Ferner wurde etwas Zitronensäure zerstoßen und unter so viel angefeuchtetes Universalfutter gemischt, daß sie etwa 7 Proz. der Gesamtmenge betrug. Damit sich der Zitronensäuregeschmack der Futtermasse mitteilen konnte, ließ ich das Ganze eine Stunde stehen; dann wurde durch Kosten festgestellt, daß der Geschmack

durchaus nicht angenehm war. Rotkehlchen und Kleiber verhielten sich gegen dieses Gemenge wie gegen gewöhnliches Futter.

Endlich bekamen alle Vögel als Trinkwasser eine etwa  $2\frac{1}{2}$ -proz. Zitronensäurelösung; sie verweigerten dieselbe durchaus nicht.

Die meisten Tiere erhielten, um sie zu schonen, nur verhältnismäßig geringe Quantitäten Zitronensäure. Einige haben aber auch größere Mengen vertilgt, so eine Kohlmeise in Verbindung mit Ameisenpuppen und Quetschhanf, und der Kleiber zusammen mit Universalfutter; letzterer verzehrte an einem Tage etwa 1 g Zitronensäure. Eine nachteilige Wirkung war nirgends festzustellen.

Ameisensäure kommt meines Wissens für Früchte wenig in Betracht. Der Geschmack ist bekanntlich sehr scharf brennend, der Geruch stechend. Reine flüssige Ameisensäure wurde mit Wasser im Gewichtsverhältnis 1 : 10 verdünnt und darin sogenanntes „Waldfutter“ mehrere Stunden lang eingeweicht. Unter „Waldfutter“ verstehen die Vogelhändler die gewöhnliche Nahrung der Körnerfresser; es finden sich darin der Hauptsache nach die Samen und Früchte von *Picea excelsa*, *Phalaris canariensis*, *Panicum miliaceum*, *Brassica*-Arten, *Cannabis sativa* (gequetscht), *Linum usitatissimum*, *Dipsacus laciniata* und *Lactuca sativa*. Wenn auch nicht alle Körner den Geschmack der Ameisensäure angenommen hatten, so war es doch wenigstens bei einigen Arten der Fall, wie ich durch Kosten feststellte. Ferner wurde als Trinkwasser eine Lösung von 1 : 20 zu rechtgemacht; sie schmeckte sehr intensiv nach Ameisensäure.

Beides, das Futter und die Lösung, erhielten eine Kohlmeise und ein Grünfink; sie fraßen und tranken wiederholt davon, und zwar nahm die Meise mehr flüssige, der Grünfink mehr feste Nahrung auf.

Ferner warf ich Mehlwürmer in reine Ameisensäure hinein; die Kohlmeise holte mit dem Schnabel die sich lebhaft krümmenden Tiere heraus und fraß sie ohne weiteres mit Behagen stückweise auf.

Einen äußerst widerlichen Geschmack zeigt die *Pikrinsäure*, welche auch noch giftig ist. Selbst in minimalen Mengen genossen schmeckt sie entsetzlich; das ekelhafte Gefühl hält lange an und ist nur durch andauerndes Gurgeln und Mundspülen zu beseitigen. Deshalb scheint *Pikrinsäure* zu Experimenten

über den Geschmack besonders geeignet, wenn man sie auch, soviel mir bekannt, bis jetzt im Pflanzenreiche noch nicht aufgefunden hat.

In einer etwa 3-proz. Lösung von dieser Säure wurde „Waldfutter“ eine Nacht über stehen gelassen. Nach oberflächlichem Trocknen ohne vorheriges Abspülen hatte es durch die Pikrinsäure zum größten Teile eine gelbe Farbe angenommen, so daß die Körner ein ganz abweichendes Aussehen bekommen hatten. Außerdem bereitete ich als Trinkwasser eine nicht ganz 1-proz. Lösung der Säure; auch diese war gelb gefärbt und schmeckte selbst in kleinsten Quantitäten abscheulich. Dann wurde alles einer Kohlmeise und einem Grünfinken vorgesetzt.

Es ist bemerkenswert, daß beide Tiere, die etwas hungrig waren, zunächst überhaupt keinen Versuch machten, zu fressen oder zu trinken; für gewöhnlich fangen sie sofort damit an, wenn ihnen irgendein Futter hingestellt wird. Beide trippelten nur bald um den Fressnapf, bald um das Trinkgefäß herum, sehnsüchtig hineinschauend, aber ohne etwas davon zu kosten. Diese Enthaltbarkeit kann unmöglich auf den schlechten Geschmack geschoben werden, weil sie ja noch nicht davon probiert hatten. Da nun aber Pikrinsäure geruchlos ist, so kann das Zurückschrecken der Tiere nur in der merkwürdigen, ungewohnten und verdächtigen Farbe seinen Grund haben. Näheres über diese Frage wird später im zweiten Teile (Versuche mit nicht fleischigen Samen und Früchten) erörtert werden; daselbst werden auch Experimente von SCHWARTZ<sup>1)</sup> mit künstlich gefärbten Körnern eingehende Berücksichtigung finden.

Endlich, nach längerer Zeit, während der die Tiere ihr Gebahren immer fortgesetzt hatten, kostete zunächst die Kohlmeise von der Lösung, schüttelte sich voll Widerwillen, kam aber bald wieder und trank wiederholt. Darauf machte sich auch der Grünfink an die Körner heran und verzehrte mehrere davon. Später nahm die Meise auch Körner, der Fink auch Getränk zu sich, wobei besonders die Meise immer Zeichen des Unbehagens von sich gab, trotzdem aber stets zurückkehrte, da Hunger und Durst

1) SCHWARTZ, Beiträge zur Ernährungsbiologie unserer körnerfressenden Singvögel. Arbeiten a. d. Kaiserl. Biol. Anstalt f. Land- u. Forstwirtsch., Bd. VI, 1908, p. 483; ferner SCHWARTZ, Saaten-schutz gegen Krähen. Mitteilungen a. d. Kaiserl. Biol. Anstalt f. Land- u. Forstwirtsch., Heft 8, 1909, p. 35—39.

allmählich gewachsen waren. Die aufgenommene Nahrungsmenge blieb beträchtlich hinter der normalen zurück. Immerhin aber hatten beide Vögel so viel verzehrt, daß Schnabel und Exkreme hochgelb gefärbt waren. Sie erhielten etwa 8 Stunden lang kein anderes Futter; schließlich verweigerten sie es vollständig. Mehlwürmer mit einem dünnen Pikrinsäurebrei bestrichen wurden von der Meise anstandslos vertilgt. Irgendeinen sichtbaren Nachteil trugen die Tiere nicht davon. Als sie ihre gewöhnliche Nahrung wieder erhielten, fraßen sie mit größtem Appetite; auch die Exkreme nahmen bald wieder die gewohnte Beschaffenheit an.

Kaliumbioxalat (Sauerkleesalz) wirkt nach STAHL (l. c. p. 40) als Schutzeinrichtung gegen Schnecken; es kommt hauptsächlich in gewissen Blättern vor. Da es sehr scharf schmeckt und außerdem giftig ist, scheint es als Schutzmittel sehr geeignet zu sein.

Eine bei Zimmertemperatur gesättigte Lösung von Kaliumbioxalat in Wasser schmeckte sehr stark nach dem Salze. In dieser Flüssigkeit weichte ich mehrere Stunden lang frische Ameisenpuppen und gequetschte Hanfkörner ein. Die Ameisenpuppen bekamen die 3 Meisenarten (Kohl-, Blau- und Sumpfmeise) zu fressen, die Körner außer den bereits genannten noch ein Dompfaff und Stieglitz. Alle Tiere nahmen wiederholt davon, als ob es gewöhnliches Futter wäre; hätte es ihnen zu schlecht geschmeckt, so würden sie gleich nach dem ersten Versuche von ihrem Vorhaben abgelaßen haben.

Ferner wurden unter angefeuchtetes Universalfutter 5 Proz. Kaliumbioxalat gemischt, so daß ebenfalls der intensive Geschmack vorhanden war. Dieses Gemenge verzehrten Rotkehlchen und Baumkleiber scheinbar ebenso gern, als ob der Zusatz nicht gemacht worden wäre.

Dem größten Teile der Tiere wurde, um einer möglichen schädlichen Wirkung vorzubeugen, nur wenig von dem Salze verabreicht. Größere Mengen dieses Kaliumbioxalat-haltigen Futters haben vertilgt: der Kleiber, im ganzen etwa 0,5 g Sauerkleesalz, eine Kohlmeise, die tagelang nur durchtränkte Hanfkörner erhielt, und zwei andere Kohlmeisen; letztere nährten sich von soviel geriebener Haselnuß mit einem Gehalte von 5 Proz. Kaliumbioxalat, daß auf jede etwa 0,5 g des Salzes kam. Schädliche Folgen traten nirgends ein, trotz der Giftigkeit für andere Tiere.

Auch stärkere Dosen von Kaliumbioxalat wurden verwandt. Einen mit Wasser angerührten dünnen Brei strich ich auf frische Ameisenpuppen; eine Kohlmeise nahm sie ohne Umstände und schluckte viele davon unzerkleinert hinunter. Als der Brei konzentrierter gemacht wurde, ließ das Tier die meisten Puppen liegen; nur einige wenige wurden höchst ungern gefressen.

Schließlich mögen noch einige Experimente mit Milchsafte erwähnt werden. In Samen und Früchten dürfte derselbe wohl selten von Wichtigkeit sein, um so mehr aber in Stengeln, Blättern und auch Wurzeln. Er besitzt nämlich einen ausgeprägt unangenehmen Geschmack, der vielleicht noch weniger zu ertragen ist wie der von Pikrinsäure. Aus diesem Grunde dürfte nach KNIEP<sup>1)</sup> neben anderen Funktionen die Hauptrolle des Milchsafte in dem Schutze bestehen, den er gegenüber den Angriffen von Schnecken und anderen Tieren gewährt.

Der Milchsafte von *Euphorbia Myrsinites* wurde abgezapft und in denselben Mehlwürmer und Quetschhanf hineingetan. Die Würmer zappelten ein wenig und waren bald tot; die Hanfkörner blieben eine Stunde lang darin. Dann wurden die Mehlwürmer den 3 Meisenarten, einem Kleiber und einer Amsel vorgelegt, die Hanfkörner den 3 Meisenarten, einem Edelfinken und einem Dompfaff. Die Meisen stürzten eilends auf die Mehlwürmer los und fingen an, sie zu zerstückeln, ließen aber sofort wieder ab, selbst wenn die Würmer sich noch bewegten. Kleiber und Amsel schluckten je einen Wurm hinunter, würgten ihn aber sofort mit allen Zeichen des Entsetzens unter Zuckungen wieder heraus. Kein Vogel rührte, auch als er sehr hungrig geworden war, ein zweites Tier wieder an, nachdem er das erste hatte fallen lassen; die Mehlwürmer blieben tagelang im Käfig liegen, während andere nicht behandelte Tiere sofort verzehrt wurden. Ebenso verschmähten sämtliche Vögel auch die eingeweichten Hanfkörner, selbst bei großem Hunger. Als die Körner aber vollständig trocken geworden waren — jetzt hatten sie eine klebrige Beschaffenheit erlangt — wurden einige wenige aufgenommen, aber auch nur sehr ungern. Sämtliche Vögel eilten sofort, wenn sie etwas verzehrt oder auch nur versucht hatten, an den Wassernapf und vertilgten verhältnismäßig große

1) KNIEP, Ueber die Bedeutung des Milchsafte der Pflanzen. Flora, 1905.

Quantitäten Wasser, gleich als wollten sie den häßlichen Geschmack hinunterspülen. Dauernden Schaden hat kein Vogel genommen.

Auch KNIEP hat in der oben zitierten Abhandlung (p. 191) auf das Verhalten von Vögeln zum Milchsafte hingewiesen. Er führt nämlich eine Mitteilung von KOSCHNY an, nach der die milchsafthaltigen Bäume von *Castilloa elastica* niemals durch Spechte angegriffen werden.

Solche Versuche über den Geschmackssinn der Vögel, wie sie hier mit Tannin, Zitronensäure, Ameisensäure, Pikrinsäure, Kaliumbioxalat und Milchsaft ausgeführt wurden, könnten leicht vermehrt werden, indem man beliebige andere schlecht schmeckende Stoffe nimmt.

Der Kleiber, der ja von Tannin, Zitronensäure und Kaliumbioxalat ganz erstaunliche Mengen gefressen hat, ist einige Zeit darauf gestorben. Da er jedoch inzwischen etwa 14 Tage lang seine gewöhnliche Nahrung verzehrte und die Sektion einen normalen Befund des Verdauungsapparates ergab, ist eine Nachwirkung dieser Versuche kaum wahrscheinlich. Uebrigens würde auch diese Frage keinen Einfluß auf die Resultate über den Geschmackssinn haben.

Was geht nun aus diesen Versuchen hervor? Jedenfalls so viel, daß der Geschmackssinn der Vögel nur sehr wenig ausgeprägt ist, wenn auch nicht behauptet werden kann, daß er vollständig fehlt. In solchen Quantitäten, wie sie hier verwandt wurden, kommen chemische Substanzen in Samen und Früchten kaum vor, so daß erwiesen sein dürfte, daß bei der Nahrungsaufnahme der Geschmackssinn, wenn überhaupt, nur eine untergeordnete Rolle spielt. Man kann also nicht erwarten, daß irgendwelche Substanzen, die als chemische Schutz-einrichtungen angesehen werden können, auf Vögel irgendwie wirken; höchstens wäre es denkbar bei den allerschärfsten Mitteln, wie etwa dem Milchsaft oder, wie sich später zeigen wird, einigen ätherischen Oelen.

Man darf aber auch andererseits nicht glauben, daß der Geschmackssinn überhaupt nicht vorhanden sei. Dafür spricht das Verschmähen des Futters mit hochprozentigem Tannin- und Kaliumbioxalatgehalt, ferner mit Pikrinsäure und Milchsaft. Noch überzeugender ist vor allem die Tatsache, daß, wenn man außer dem

mit chemischen Stoffen vermischten Futter noch unbehandeltes daneben stellt, dieses oft eher verzehrt wird als jenes; eine andere Erklärung, als daß es den Tieren besser schmeckt, ist kaum möglich. Trotzdem dürfte aber der Geschmack nicht hoch entwickelt sein, denn sie gehen meist sofort darauf zu dem anderen Futter über, was sie nicht täten, falls es ihnen gar nicht zusagte.

Bei entsprechenden Versuchen über den Geruch dürfte sich mit großer Wahrscheinlichkeit ähnliches ergeben.

Auch in den feineren anatomischen Verhältnissen des Vogelschnabels finden wir eine Bestätigung unserer Folgerungen. Bis zum Jahre 1904 hatte man bei Vögeln vollkommen vergeblich nach Geschmacksorganen gesucht; erst in diesem Jahre gelang es BOTEZAT<sup>1)</sup>, sie in gewissen weichen Teilen der Mund- und Rachenhöhle nachzuweisen. Später machte W. BATH<sup>2)</sup> diesen Gegenstand zum Studium näherer Untersuchungen, die hier teilweise wiedergegeben werden sollen.

BATH fand bei den von ihm untersuchten Vögeln, daß in der Zunge niemals Geschmacksorgane vorkommen, auch nicht bei den scheinbar fleischigen Zungen der Papageien, die nur zum Tasten dienen; nach WIEDERSHEIM<sup>3)</sup> beruht diese fleischige Beschaffenheit nicht auf dem Vorhandensein von Muskeln, sondern von Fett, Gefäßen und Drüsen. Wie BATHS Forschungen zeigten, finden sich die sogenannten Geschmacksknospen nur „in der ungefalteten und vollkommen unverhornten Schleimhaut“, und zwar an solchen Stellen, die mit der Nahrung leicht in Berührung kommen können. Sämtliche Orte der Mundhöhle können solche Sinnesknospen besitzen, außer der Zunge, also besonders die Schleimhaut des Unterschnabels, des Oberschnabels und des Schlundes.

Bei der Taube beträgt die Zahl der Geschmacksknospen 50 bis 75, bei Star und Ente 200, bei den Papageien aber 3—400, während sie sich bei den Säugetieren, für die als Sitz des Geschmackes bekanntlich die Zunge wichtig ist, auf einige Tausend erhöht. Dabei ist aber zu beachten, daß auch noch die Zahl der Sinneszellen innerhalb einer Geschmacksknospe von Bedeutung ist;

1) BOTEZAT, Geschmacksorgane und andere nervöse Endapparate im Schnabel der Vögel. Biol. Centralbl., Bd. XXIV, 1904.

2) BATH, Die Geschmacksorgane der Vögel. Diss. Berlin, 1906.

3) WIEDERSHEIM, Vergleichende Anatomie der Wirbeltiere. 6. Aufl. 1906, p. 412.

bei der Taube sind 25—40, bei Star, Amsel, Sperling usw. etwa 10 vorhanden, so daß sich die Unterschiede bei Taube und Star ungefähr wieder ausgleichen. Bei den Papageien liegen die Verhältnisse anders; sie haben in jeder Geschmacksknospe etwa 40 Sinneszellen, so daß sie der Zahl der gesamten Sinneszellen nach weit über den übrigen von BATH untersuchten Vögeln stehen.

Es kommt noch hinzu, daß der feinere anatomische Aufbau der Geschmacksknospen bei den meisten Vögeln ein anderer ist als bei den übrigen Vertebraten, speziell Säugetieren. Die Isolierung der einzelnen Sinneszellen innerhalb einer Geschmacksknospe durch die sogenannten „Stützzellen“ steht nämlich noch im Stadium der Entwicklung, während sie bei den Säugetieren vollkommen durchgeführt ist; ferner sind ebenfalls im Gegensatz zu den Säugetieren die Geschmacksknospen noch von den sogenannten „Hüllzellen“ umgeben, die nur bei Vögeln vorkommen. Die Ausbildung bei den Säugetieren ist die höhere, zeugt also von besser entwickeltem Geschmackssinn. Wie die Säugetiere verhalten sich von Vögeln nur die Papageien, die also keine „Hüllzellen“, wohl aber eine vollkommene Isolation der Sinneszellen in der Geschmacksknospe voneinander durch die „Stützzellen“ besitzen.

Sowohl in bezug auf die Anzahl als auch die Ausbildung der Geschmacksknospen und Sinneszellen stehen also nach BATH von den untersuchten Vögeln die Papageien weit oben an. In der Tat sollen sie nach demselben Autor von den Vögeln am besten schmecken können; sie sollen sogar einen ebenso hochentwickelten Geschmackssinn haben wie manche Säugetiere. Experimente darüber hat BATH nicht ausgeführt.

Diese anatomischen Befunde lehren also ebenfalls, daß der Geschmackssinn der meisten Vögel viel weniger ausgebildet ist als der der Säugetiere. Papageien standen mir bei den Versuchen nicht zur Verfügung; außerdem kommen sie als ausländische Vögel für unsere Zwecke weniger in Betracht.

Um über den Geschmackssinn der Vögel auch von einem Fachmanne Näheres zu erfahren, wandte ich mich an Herrn Dr. O. HEINROTH, Berlin, der mir in lebenswürdigster Weise Auskunft gab; seiner Güte verdanke ich auch die Kenntnis obiger Arbeit von BATH. Er schrieb mir unter anderem wörtlich:

„Auch nach meinen Erfahrungen besitzen die von mir untersuchten Vögel wenig Geschmack. An Stelle des Geschmackes tritt bei der Nahrungsauswahl sehr häufig das Tastgefühl, das ja bekanntlich bei Spechten, Enten, Schnepfen usw. ganz enorm entwickelt ist. Ich habe es versucht, Brotstückchen, die mit Chinin bepudert waren, an die verschiedensten Vogelarten zu verfüttern, und zu meiner Ueberraschung wurden diese Bissen von Hühnern, Tauben, Kranichen, Papageien und anderen anstandslos verzehrt. Nun ist dies ja allerdings kein Beweis, daß die betreffenden Vögel das Chinin nicht geschmeckt haben, denn es wäre ja auch denkbar, daß ihnen der bittere Geschmack nicht so unangenehm ist, wie z. B. uns, und daß sie vielleicht solche bittere Stoffe geradezu lieben. Andererseits lassen gut eingewöhnte, gefangen gehaltene insektenfressende Singvögel ein Mischfutter, welches ihnen fremde Stoffe enthält, unberührt und gewöhnen sich erst allmählich an solche Zusätze. Wieweit hierbei aber Gesicht und Tastgefühl in Betracht kommen, vermag ich nicht anzugeben. Wäre der Geschmack für den Vogel wirklich sehr wichtig, so würden Beeren, Mehlwürmer, Eicheln und andere festschalige Futtermittel nicht unzerstückelt verschluckt werden, wie dies bekanntlich doch meist geschieht.“

Also an die von mir verfütterten schlecht schmeckenden Substanzen würde noch das Chinin anzureihen sein, das ebenfalls von Vögeln ohne weiteres gefressen wird. Es sei mir erlaubt, noch einiges hinzuzufügen.

Gewiß wäre es denkbar, daß die Vögel einen ganz anderen Geschmack besäßen als wir, so daß ihnen die angewandten Stoffe, speziell das Chinin, im Gegensatze zu uns gut munden. Bei den von mir ausgeführten Versuchen möchte ich aber auf die bereits erwähnte Tatsache verweisen, daß die Tiere, wenn ihnen gewöhnliches Futter und solches mit chemischen Stoffen vermischt gleichzeitig geboten wird, oft das nicht behandelte zuerst verzehren, auch wenn es sich durch Farbe und Geruch nicht von jenem unterscheidet (man vgl. p. 494f.). Auf keinen Fall also können die Vögel die beigemischte Substanz lieben, denn sonst müßten sie ja die Nahrung zuerst vertilgen, die diesen Stoff enthält.

Ferner möchte ich bemerken, daß das von Herrn Dr. HEINROTH betonte Herabschlucken der Futtermittel in unzerkleinertem Zustande nicht genug hervorgehoben werden kann. Diese Tatsache findet sich auch bei BREHM (l. c. p. 12) als Beweis für den schlechten Geschmackssinn der Vögel erwähnt. Bei den Körner-

fressern aber, die ihre Nahrung zerbeißen, ist ein Schmecken deshalb nicht möglich, weil nur nasse oder eingespeichelte<sup>1)</sup> Substanzen mittels des Geschmackssinnes wahrgenommen werden können; die fleischigen Früchte und Tierchen jedoch, die diese Bedingung erfüllen, werden von Körnerfressern verschmäht, von Weichfressern dagegen unzerkleinert verschluckt, wobei eine Einwirkung auf den Geschmack auch nicht stattfindet.

Endlich sei noch auf einige Betrachtungen eingegangen, die SCHWARTZ<sup>2)</sup> über den Geschmackssinn der Vögel angestellt hat. Er geht aus von Beobachtungen am Menschen; sie führen zu der Erkenntnis, daß sich der „Geschmack“ eines Stoffes aus einer Summe von Mischempfindungen zusammensetzt. Mit den eigentlichen Geschmackspapillen sollen nur solche Empfindungen aufgenommen werden, die man als süß, sauer, bitter und salzig bezeichnet. Außer diesen „echten“ Geschmackswahrnehmungen gibt es aber noch „unechte“, d. h. solche, die durch Eindrücke auf andere Sinne entstehen, vom Menschen aber unbewußt zum eigentlichen Geschmackssinne gerechnet werden. Sie werden hervorgerufen 1) durch den Geruchssinn, der bekanntlich durch die Choanen mit der Mundhöhle verbunden ist, 2) durch den Tastsinn und 3) durch den Allgemeinsinn; zu 1) sollen z. B. die aromatischen, zu 2) die mechanisch reizenden und zu 3) die stechenden, zusammenziehenden, scharfen, kratzenden, beißenden und erwärmenden „Geschmacks“eindrücke gehören. Ich möchte hinzufügen, daß man den Tastsinn häufig mit zu dem Allgemeinsinn zählt; dieser „Allgemeinsinn“ ist bekannter unter dem Namen „Hautsinn“<sup>3)</sup> und stellt keinen einfachen Sinn dar, sondern dient gleichzeitig zur Vermittelung des Tast-, Druck- und Temperaturgefühls.

Diese Erfahrungen beim Menschen versucht SCHWARTZ auf die Vögel zu übertragen. Selbst wenn ihnen die echten Geschmacksempfindungen abgehen sollten, so würde doch aus gewissen anatomischen und entwicklungsgeschichtlichen Erwägungen folgen, daß sie mindestens die unechten besitzen. Zum Beweise führt er

1) Ueber Einspeichelung siehe oben p. 448.

2) SCHWARTZ, Beiträge zur Ernährungsbiologie unserer körnerfressenden Singvögel. Arb. a. d. Kais. Biol. Anstalt für Land- u. Forstwirtschaft, Bd. VI, 1908, p. 479—481.

3) Vgl. z. B. WIEDERSHEIM l. c., p. 299.

zahlreiche Samen und Früchte an, die auf die geschilderten Sinne wirken und deshalb von den Vögeln nicht gefressen werden sollen; da sie sämtlich nicht fleischiger Natur sind, werden sie hier erst später im zweiten Teile genauer angeführt werden.

Oggleich ich die Möglichkeit der Mitwirkung des Geruchs- und Hautsinnes, speziell des Tastgefühls, beim Schmeckakte durchaus nicht in Abrede stellen will, möchte ich doch darauf hinweisen, daß die wiedergegebenen Ausführungen leicht irreführen können.

Es ist bekannt, daß der Geruchssinn der Vögel gegenüber anderen Tieren weit zurücktritt (vgl. oben p. 447). Ferner sei in bezug auf den Hautsinn erinnert an die Unempfindlichkeit der Vögel gegen gewisse mechanisch verletzende Einrichtungen, die auf p. 477—480 geschildert wurden (Borstenhaare bei Rosa-Arten und Raphiden); an derselben Stelle wurde auch auf das Verhalten der Vögel zu schleimigen Bildungen eingegangen, welche nach SCHWARTZ (l. c. p. 478—479) möglicherweise ebenfalls vom Genusse einiger Samen abhalten sollen.

Bei manchen Samen nimmt jedoch auch SCHWARTZ an, daß sie von den Vögeln wegen ihres Gehaltes an bitteren Stoffen verschont werden (l. c. p. 477—478 und 485). In diesen Fällen würde also auch nach diesem Forscher eine echte Geschmacksempfindung vorliegen.

#### 4. Schutz der Fleischfrüchte vor und während der Reife.

Nach diesem Zwischenkapitel über den Geschmackssinn der Vögel soll mit der Behandlung der fleischigen Früchte fortgefahren werden, und zwar wollen wir jetzt ihre Schutzeinrichtungen vor und während der Reife ins Auge fassen.

Da es für die Erhaltung der Art von großem Nachteile wäre, wenn die fleischigen Früchte bereits in einem Zustande verzehrt würden, in dem die Samen noch nicht keimfähig oder ihre Schutzeinrichtungen noch nicht genügend ausgebildet sind, also mit anderen Worten vor völliger Reife, so müssen, wenn die Art nicht zugrunde gehen soll, Einrichtungen vorhanden sein, welche solchem unbefugten Vogelfraß entgegenreten.

Bereits auf p. 474 wurde hervorgehoben, daß solche Früchte, die dem Blicke der Vögel entgehen sollen, das Aussehen der

Blätter zeigen, also grün gefärbt sein müssen, solange sie auf der Pflanze sitzen. In der Tat sehen wir, daß sämtliche fleischigen Früchte vor und während der Reife diese Farbe haben; erst später treten die bunten Anlockungsfarben auf. Diese Verhältnisse hat bereits HILDEBRAND (l. c. p. 112) und nach ihm besonders KERNER (l. c. p. 800) behandelt. Entsprechend der hohen Ausbildung des Vogelauges dürfte in dieser Einrichtung der wirksamste Schutz vor und während der Reife zu suchen sein.

Aber auch wenn es den Vögeln möglich wäre, die reifenden Fleischfrüchte leicht aufzufinden, so würden sie doch von einem Versuche, sie zu verzehren, bald wieder abstehen, denn sie sind während dieser Zeit durchaus noch nicht einladend. FOCKE<sup>1)</sup> erwähnt gelegentlich, daß einzelne Beerenfrüchte, z. B. niedrige *Rubus*-Arten, vor der Reife durch stachelige Hüllen bedeckt sind, und KERNER (l. c. p. 438) führt *Mucuna prurita* an, deren Früchte während der Entwicklung dicht mit braunen, spindelförmigen Borsten besetzt sind, welche bei einer Berührung sehr unangenehme Wirkungen verursachen. Nach der Reife fallen die Hindernisse ab, so daß die Tiere zu der willkommenen Nahrung gelangen und für die Verbreitung sorgen können. Die erwähnten Stacheln und Borsten dürften jedoch bei der Unempfindlichkeit des Vogelschnabels weit mehr auf die Säugetiere als auf die Vögel von Einfluß sein; für letztere ist das Wesentliche, daß die Früchte durch die Hüllen dem Auge verborgen bleiben.

Auch einige andere fleischigen Früchte sind während der Reife von einer Schale umgeben, die jedoch meist nicht stachelig ist und später aufspringt. So ist es z. B. bei *Myristica fragrans*<sup>2)</sup>; die Oeffnung erfolgt hier durch Turgorspannungen, so daß der lebhaft gefärbte Arillus zum Vorschein kommt. Dieser Fall ist aber verhältnismäßig selten; meist färben sich dieselben Gewebe, die vor der Reife grün sind, nach derselben bunt.

Ein anderer Umstand, auf den großer Wert gelegt werden muß, ist der, daß fast alle fleischigen Früchte vor und während der Reife eine harte Beschaffenheit zeigen und erst nach derselben weich werden, während es bei nicht fleischigen Samen und Früchten, die ja stets durch besondere

1) FOCKE, Die Verbreitung der Pflanzen durch Tiere. Kosmos, 1881, p. 103.

2) Vgl. JANSE, De la déhiscence du fruit du muscadier. Leide 1899.

Hüllen geschützt sind, gerade umgekehrt zu sein pflegt<sup>1)</sup>. Wenn sich also wirklich irgendein Weichfresser dazu verleiten ließe, eine solche unreife Fleischfrucht zu verschlucken, so müßte sie wieder ausgespieden werden, da sie die nötige Größe überschreitet und die erforderliche Härte besitzt (vgl. p. 464). Experimente mit einer Amsel bestätigten diese Vermutung. So wurden ausgespuckt die unreifen Früchte von *Rosa*-Arten, *Prunus spinosa*, *Crataegus*, *Sorbus aucuparia*, *Sorbus torminalis*, *Evo-nymus* und *Viburnum lantana*; sie mußten sämtlich dem Tiere eingefüllt werden, da es sich freiwillig nicht dazu herbeiließ, sie zu sich zu nehmen, und wurden meist der beträchtlichen Größe halber sehr schnell wieder abgegeben.

Einige andere Fleischfrüchte zeigten aber, daß das Fleisch auch in unreifem Zustande den Körper passieren kann, die Kerne aber durch Ausspucken oder mit den Exkrementen entleert werden, nämlich *Juniperus*, *Ligustrum* und *Cornus*. Diese Früchte sind zum Teil nicht weniger hart wie jene; bei näherem Zuschauen aber ergibt sich, daß meist über einem verhältnismäßig großen Kernkomplex eine verhältnismäßig dünne, noch harte Fleischschicht sitzt. Infolge dieser eigentümlichen Verteilung des Fleisches ist es möglich, durch Reiben der Früchte zwischen den Fingern das Fleisch von den Kernen zu entfernen, während es durch bloßes Drücken mit den Fingern nicht gelingt. Eine solche hin- und herschiebende Bewegung dürfte wohl auch im Kropfe der Vögel stattfinden; demnach scheint der Grund für das abweichende Verhalten obiger Früchte gefunden zu sein. Es sei jedoch bemerkt, daß auch bei diesen Früchten einige unverletzt, andere nur teilweise beschädigt nach außen gelangten, und ferner, daß *Ligustrum* häufig eine etwas weichere Konsistenz hat als die anderen Fleischfrüchte.

Als weitere Ursache für das Verschonen der fleischigen Früchte seitens der Vögel wird von verschiedenen Forschern der Umstand angeführt, daß der (angeblich) gute Geschmack und Geruch der reifen Früchte noch nicht vorhanden, sondern im Gegenteil durch unangenehme Stoffe ersetzt sei. So schreibt HILDEBRAND<sup>2)</sup>: „Daß für jede fleischige Frucht ein gewisser Geschmack und Geruch

1) Vgl. später Teil 2 (Versuche mit nicht fleischigen Samen und Früchten).

2) HILDEBRAND, l. c. p. 31. Man vergleiche auch p. 112.

nötig ist, um dieselbe den Tieren angenehm zu machen und sie zum Genusse anzulocken, können wir daraus abnehmen, daß zu der Zeit, wo dieser Geschmack und Geruch noch nicht sich ausgebildet hat (also vor der Reife!), in den meisten Fällen — auch wenn die Früchte durch Farbe schon hervortretend sind — die Tiere nicht zum Genusse herbeikommen, oder doch wenigstens nach kurzem Versuche von demselben abstecken.“ In ähnlicher Weise urteilt KERNER<sup>1)</sup>: „ . . . daß die fleischigen Teile der Frucht infolge des Gehaltes an bitteren oder giftigen Glykosiden so lange herb und ungenießbar sind, als die in denselben geborgenen Samen ihre Entwicklung noch nicht abgeschlossen haben. Später werden diese Glykoside umgesetzt, sie spalten sich durch die in den unreifen Früchten reichlich vorhandenen Säuren in Zucker und verschiedene andere unschädliche Stoffe, und so kommt es, daß dasselbe Gewebe, welches bisher herb, sauer, ungenießbar und abschreckend war, jetzt süß und schmackhaft ist . . .“ Nach CZAPEK<sup>2)</sup> ist vor und während der Reife der Säuregehalt, nach der Reife der Zuckergehalt der Früchte größer; das Verschwinden der Säure und das Hervortreten des Zuckers sind aber zwei Prozesse, die unabhängig voneinander nebenher laufen.

Der Ansicht von HILDEBRAND und KERNER kann ich mich nur teilweise anschließen. Unbedingt richtig dürfte sie sein für Säugetiere, die beim Fehlen des schlechten Geschmacks den unreifen Fleischfrüchten mit ihren guten Kauwerkzeugen wahrscheinlich manchen Schaden zufügen würden. Was aber die Vögel anbetrifft, so kann ich nur in sehr beschränktem Maße zustimmen.

Bei den von HILDEBRAND erwähnten fleischigen Früchten, die trotz bereits vorhandener Lockfarben von Vögeln nicht verzehrt werden, kann ich auf p. 463—464 verweisen. Dort wurde ausgeführt, daß der Grund dieser auffälligen Erscheinung wahrscheinlich in der noch vorhandenen Härte zu suchen ist, die erst durch den ersten Frost zerstört wird.

Es wurde bereits oft genug betont, daß bei reifen Fleischfrüchten der Geschmack (und Geruch) für die Vögel nur von geringer Bedeutung ist. Die Wahrscheinlichkeit ist also von vornherein groß, daß bei der geringen Ausbildung der entsprechenden Organe

1) KERNERS Pflanzenleben II, p. 440; zu vgl. auch Bd. I, 1887, p. 431.

2) CZAPEK, Biochemie der Pflanzen. Bd. II, 1905, p. 448—451.

auch vor und während der Reife, solange die Früchte noch grün gefärbt sind, die chemischen Eigenschaften ohne Belang sind. Auf p. 501 wurde geschildert, daß das Fleisch von unreifen *Juniperus*, *Ligustrum* und *Cornus*-Früchten ohne Schaden für die Vögel verzehrt und verdaut werden kann. Außerdem sind noch Versuche zu erwähnen, die mit denjenigen unreifen Fleischfrüchten ausgeführt wurden, welche, einem Vogel aufgezwungen, in ihrer Gesamtheit wieder ausgespuckt wurden (vgl. p. 501). Unreife Früchte von *Rosa*-Arten, *Prunus spinosa*, *Crataegus*, *Sorbus aucuparia* und *Sorbus torminalis* wurden nämlich mit einer Reibmaschine zerrieben und jede für sich einer Amsel teils rein eingegeben, teils unters Futter gemischt; im letzteren Falle nahm das Tier die Substanz freiwillig auf. Jetzt wurde alles verdaut und nichts mehr ausgespien; ein Beweis dafür, daß das unreife Fleisch allein samt seinen in ihm enthaltenen chemischen Stoffen nicht imstande ist, das Ausspucken herbeizuführen. — Endlich sind für diese Frage von besonderer Wichtigkeit einige Experimente mit einem Dompfaff und einem Stieglitz, also zwei Körnerfressern; diese Versuche werden weiter unten (p. 506 f.) beschrieben werden; der Dompfaff fraß von unreifen Fleischfrüchten freiwillig kleine Stückchen ab, meist erst, wenn sie halbiert waren, und zwar von innen heraus, weil der innere Teil weicher ist als der äußere; beim Stieglitz war erst noch eine weitergehende Zerlegung in mundgerechte Stückchen nötig. Die angeführten Versuche sind nicht zu erklären, wenn man annimmt, daß der Geschmack es ist, der die Vögel von unreifen Fleischfrüchten abhält.

Die Schutzeinrichtungen der reifenden fleischigen Früchte gegen die Vögel bestehen also hauptsächlich in ihrer grünen Farbe und in ihrer Härte; dagegen scheinen Geschmack und Geruch kaum wesentlich zu sein, wenn auch nicht bestritten werden soll, daß sie eine untergeordnete Wirkung haben könnten.

Schließlich sei noch auf einen Umstand aufmerksam gemacht, der auch mit ins Gewicht fällt. Zur Zeit der Fruchtreife, also hauptsächlich im Laufe des Sommers, ist für alle Vögel Nahrung in Hülle und Fülle vorhanden, so daß sie nicht erst lange suchen müssen; daher brauchen die Schutzeinrichtungen nicht besonders stark ausgeprägt zu sein. Würde dagegen plötzlich einmal Futtermangel eintreten, so ist es wahrscheinlich, daß nunmehr auch die noch unreifen oder halbreifen Fleischfrüchte trotz ihrer Schutzeinrichtungen heimgesucht würden.

### 5. Verhalten der Körnerfresser zu den fleischigen Früchten.

Wie schon in der Einleitung auseinandergesetzt wurde, zerbeißen viele Körnerfresser ihre Nahrung in kleine Stückchen, die sie dann verschlucken, ohne daß durch Kauen eine vollständige Zermahlung erfolgt. Was bei dieser Operation verschont oder bei einigen anderen Körnerfressern durch den Schnabel überhaupt nicht zerkleinert wurde, fällt dann sehr häufig einer totalen Vernichtung durch Zerreibung im wohlentwickelten Muskelmagen anheim, so daß nur ausnahmsweise einmal ein Korn am Leben bleibt. Die Vernichtung der Keimfähigkeit wird unter anderem auch durch die KERNERSchen Versuche mit den Vögeln der ersten Gruppe (l. c. p. 799—800) bewiesen. Zweifellos ist also dieser Tierfraß durch Körnerfresser, ganz gleich ob es sich um fleischige oder nicht fleischige Samen und Früchte handelt, ein unbefugter, gegen den sich die Pflanze wehren muß, wenn ihre Nachkommenschaft nicht verloren gehen soll.

Was die in unserem ersten Teile zu behandelnden fleischigen Früchte angeht, so sehen wir in der Tat, daß die meisten Körnerfresser dieses Futter trotz der entwickelten Lockfarben verschmähen, ebenso wie sie zu normalen Zeiten auch andere Arten weichen Futters ablehnen. Es ist jedoch hinzuzufügen, daß bisweilen auch weiche Nahrung aufgenommen wird, z. B. bei der Aufzucht der Jungen, die aber für fleischige Früchte unwichtig ist, weil es zu dieser Jahreszeit noch keine gibt, und ferner in der Not, also besonders im Winter.

Welche Gründe mögen nun die Körnerfresser von dem Genuße der Fleischfrüchte abhalten, wo doch für Weichfresser Anlockungsmittel vorhanden sind? Häufig mögen sie für den meist kleinen Schnabel der Körnerfresser zu groß sein, der auch noch für das Spiel der Zunge Platz bieten muß, um das Futter in die zum Zerbeißen geeignete Lage zu bringen.

Die Hauptursache dürfte aber die sein, daß die Körnerfresser gewohnt sind, harte Nahrung zu sich zu nehmen, so daß ihnen die weiche gar nicht zusagt. Den meisten Körnerfressern ist es bei Fütterung mit Haselnüssen viel lieber, wenn sie mundgerechte kleine Stückchen oder gar ganze Nüsse erhalten, die sie zerkleinern können, als wenn sie ganz fein zerrieben sind, so daß Schnabel und Muskelmagen nichts mehr zu tun haben; legt man beide Sorten Futter gleichzeitig vor, so werden die Stückchen zuerst und dann erst die zerriebenen Nüsse gefressen. Ein weiterer Beweis für diese Auffassung ist die Tat-

sache, daß zu der Zeit, wo Schnabel und Muskelmagen noch nicht vollständig ausgebildet sind, also in der ersten Lebenszeit des Vogels, die Ernährung ausschließlich durch weiche Stoffe erfolgt. In ähnlicher Weise werden auch die Säugetiere, z. B. Hunde, während ihrer frühesten Jugend mit Milch aufgezogen und gehen dann erst zu härterer Nahrung über; erwachsene Hunde aber würden sich nicht wohl fühlen, wenn sie nur immer suppenartige Breie und nicht auch Knochen usw. erhielten.

Jede Fleischfrucht besteht aber aus zwei Teilen, einem weichen, dem Fleische, und einem harten, den Kernen; diese letzteren scheinen also für Körnerfresser geeignet zu sein. Der größte Teil der Vögel dieser Gruppe ahnt jedoch wahrscheinlich nicht, welche Schätze sich unter dem Fleische verbergen, denn er kann sie ja mit dem für ihn so wichtigen Gesichtssinne nicht wahrnehmen.

Andererseits gibt es aber einige Vögel, die von diesem allgemeinen Typus abweichen, indem sie von der Existenz der Kerne Kenntnis haben und sie auch ausnutzen. Ein echter Körnerfresser dürfte dann nur die Kerne verzehren und müßte das Fleisch zurücklassen. Als Beispiel dieser Art kann man den Kernbeißer (*Coccothraustes vulgaris*) anführen, der nach BREHM (l. c. p. 277) mit besonderer Vorliebe die harten Kerne von Fleischfrüchten, vor allem Kirschkerne vertilgt; außerdem verzehrt er auch nicht fleischige hartschalige Samen und Früchte. Seines besonders stark entwickelten Schnabels halber ist es ihm eine Kleinigkeit, die harten Schalen aufzuknacken und den Inhalt hinunterzuschlucken.

Ahnlich ist es beim Dompfaff (*Pyrrhula europaea*). Nach BREHM (l. c. p. 319) soll dieser Vogel ebenfalls den Kernen gewisser Fleischfrüchte nachstellen, und zwar nur im Notfalle, das Fleisch aber als unbrauchbar wegwerfen. Bei Versuchen, die von mir angestellt wurden, und die durch Beobachtungen im Freien leicht bestätigt werden können, gingen mehrere Individuen dieser Art aber sehr gern an solches Futter und fraßen sehr häufig auch das Fleisch mit, wie überhaupt der Dompfaff kein ganz reiner Körnerfresser ist und ab und zu auch andere weiche Nahrung annimmt. Seine Zugehörigkeit zu den Körnerfressern war jedoch daran zu erkennen, daß er die Früchte nicht ganz hinunterschluckte, sondern sie mit dem Schnabel zerstückelte; daher kann man im Freien oft Fleischfrüchte finden, die er nur teilweise verspeist hat,

z. B. auf Rosa- und Lonicera-Sträuchern. So verzehrte er Kerne und Fleisch von *Ligustrum*, *Sorbus aucuparia*, *Berberis*, *Celastrus*, *Lonicera nigra* und *Viburnum opulus*. Allerdings ist zu bemerken, daß die Tiere oft die Kerne lieber fraßen als das Fleisch, also erst die Kerne und dann das Fleisch; die Kern- und Fruchtschalen ließen sie in allen Fällen liegen.

Der Schnabel ist beim Dompfaff weniger kräftig ausgebildet als beim Kernbeißer. Daher reichte bei Kernen mit besonders harten Schalen seine Kraft nicht aus, um sie zu öffnen. In diesem Falle versuchte er, sie zu zerbeißen, falls sie nicht zu groß waren (*Crataegus*), aber ohne Erfolg; deshalb beschränkte er sich darauf, das Fleisch von den Kernen reinlich abzuknabbern. So bei Rosa-Arten, *Cornus sanguinea*, *Crataegus* und *Cotoneaster integerrima*; *Cornus* wurde nur ungern vertilgt (vielleicht des Geschmackes halber?) und Rosa sowie *Crataegus* erst nach dem ersten Froste, weil sie vorher zu hart waren (vgl. p. 463f.).

Selbst wenn die Kerne der Fleischfrüchte sämtlichen Körnerfressern leicht zugänglich wären, würden doch nur wenige Arten einen so leistungsfähigen Schnabel besitzen, daß sie, wie der Kernbeißer, alle Kerne aufknacken könnten; die meisten würden wahrscheinlich, wie der Dompfaff, viele Kerne wegen zu großer Härte zurücklassen müssen. Die Festigkeit der Kernschale reicht also oft nicht nur für Weichfresser, sondern auch für die meisten Körnerfresser aus.

Da beim Kernbeißer, Dompfaff und ähnlichen Vögeln ein unbefugter Fraß vorliegt, der nur durch Gegenanpassungen an bestehende Schutzeinrichtungen (harte Kernschale und Verborgensein durch das Fleisch) ermöglicht wird, so müssen wir diese Tiere als Spezialisten bezeichnen.

Aehnlich fielen die Versuche mit unreifen oder halbreifen fleischigen Früchten aus. Für diejenigen, die weder zu groß noch zu hart waren, reichten die Kräfte des Schnabels beim Dompfaff im Gegensatze zu den Weichfressern vollkommen aus, so daß er das Fleisch und die Kerne verzehrte, z. B. bei *Ligustrum vulgare*, *Cotoneaster integerrima* und *Viburnum lantana*, alle noch grün oder weißlich gefärbt. Bei anderen unreifen Fleischfrüchten versagte aber der Schnabel; sie waren entweder zu hart oder zu groß. Hierher gehören *Sorbus aucuparia*, Rosa-Arten, *Prunus spinosa*, *Ribes rubrum*, *Ribes grossularia*, *Celastrus orbiculata* und Poly-

*gonatum multiflorum*; der Dompfaff vermochte ihnen trotz vergeblicher Anstrengungen nicht beizukommen, wenn sie ihm ganz vorgelegt waren. Halbierte man aber diese noch grün gefärbten Früchte der Länge nach, so fraß sie das Tier sämtlich von innen heraus aus, wobei es mehr oder weniger Mühe aufwenden mußte. Die inneren Teile der Frucht sind nämlich weniger hart als die äußeren, weshalb der Vogel, von der Mitte ausgehend, das Fleisch stückchenweise abbeißen konnte; zurück blieben nur die peripherischen härtesten Schichten, so daß jede einzelne Frucht gewissermaßen ausgehöhlt war. Auch die Kerne wurden, außer bei *Rosa*, *Prunus* und *Polygonatum*, mit verzehrt; sie sind in jugendlichen Stadien noch etwas nachgiebiger als nach der Reife. Hervorgehoben sei, daß dem Dompfaff noch sein gewöhnliches Futter zur Verfügung stand, daß er also keineswegs Hunger litt.

Sämtliche dem Dompfaff vorgelegten unreifen Fleischfrüchte bekam unter denselben Bedingungen ein Stieglitz (*Carduelis elegans*) zu fressen. Er ließ trotz seines gut entwickelten Schnabels alles unberührt; als aber einige Früchte in mundgerechte Stückchen zerschnitten worden waren, verzehrte er sie nach einigem Zögern, so bei *Rosa* und *Sorbus aucuparia*. Daher scheint es, als ob sich seine Schnabelgröße und -form für die ganzen oder halbierten Früchte nicht eignen; wahrscheinlich spielen jedoch auch noch seine sonstigen Gewohnheiten mit.

Wie schon oben erwänt (p. 503), ist mit diesen Versuchen der Nachweis erbracht, daß die in den untersuchten unreifen Fleischfrüchten vorkommenden chemischen Substanzen, welche ihren Geschmack und Geruch bedingen, als Schutzeinrichtungen während der Reife, wenigstens gegen manche Vögel, nicht angesprochen werden können.

Im Freien dürfte selbst der Dompfaff die unreifen Fleischfrüchte nicht aufsuchen, zunächst, weil sie nicht leicht zu finden sind, dann aber, weil ihm genug anderes zusagendes Futter bequem zugänglich ist.

## 6. Zusammenfassung des ersten Teiles.

Ueberblicken wir die durch die Untersuchungen über fleischige Früchte aufgefundenen wichtigsten Ergebnisse, so ist als Hauptresultat hervorzuheben, daß infolge der eigenartigen Organisation der Vögel einerseits und der Fleischfrüchte andererseits eine Verbreitung der betreffenden Pflanzen gesichert ist, ohne daß der Keim Gefahr läuft, irgendwelchen Schaden zu erleiden.

Die Anlockung der Vögel geschieht durch das Fruchtfleisch mit seinen verschiedenen Eigenschaften; für die Vögel am wichtigsten sind die grellen Farben, die sich von der Umgebung abheben, dagegen kommen guter Geschmack und Geruch fast gar nicht in Betracht, welche mehr für Säugetiere von Bedeutung sind.

Als Gegenleistung für die Ernährung durch das Fleisch besorgen die Vögel die Ausbreitung der Keime; die Kerne werden teils durch den Schnabel, teils durch den After abgegeben, eine Trennung, die durch äußere Ursachen bedingt und für den Schutz des Keimlings unwesentlich ist.

Die Erhaltung der Keimfähigkeit der Kerne hat ihren Grund teils in der überraschenden Kürze des Aufenthaltes im Vogelkörper, teils in der meist außerordentlichen Härte der Kernschale, und endlich in dem Umstande, daß die fleischigen Früchte nur durch Weichfresser verzehrt werden, denn diese sind durch die anatomische Beschaffenheit des Schnabels und Muskelmagens zur Zerkleinerung der Kerne nicht imstande. Zwar stellen auch einige Körnerfresser unbefugterweise den Fleischfrüchten und ihren Kernen nach, doch haben wir in diesen Tieren Spezialisten zu erblicken, die Gegenanpassungen an gewisse Schutzeinrichtungen der Kerne besitzen.

Vor und während der Reife sind die Fleischfrüchte durch unscheinbare Farbe und harte Beschaffenheit geschützt, nicht aber durch chemische Einrichtungen. Ueberhaupt hat sich im Laufe der Untersuchungen herausgestellt, daß chemische Substanzen nur in seltenen Fällen auf Vögel Einfluß haben können, da ihre chemischen Sinne (Geschmack und Geruch) nur wenig entwickelt sind; speziell für den Geschmackssinn wurde diese Tatsache auf verschiedene Weise festgestellt, besonders durch Experimente mit schlecht schmeckenden Stoffen. Daher sind die Vögel auch gegenüber solchen chemischen Substanzen, die bei anderen Tieren als Schutzeinrichtungen wirken, häufig fast unempfindlich; ja, selbst manche Gifte können sie ohne Schaden vertragen. Ebenso vermögen auch einige mechanisch verletzende Gebilde den Vögeln kein Unheil zuzufügen, weil sie einen besonders ausgerüsteten Verdauungskanal besitzen.

---

Vorliegende Arbeit entstand im Botanischen Institut der Universität Jena auf Anregung meines hochverehrten Lehrers, des Herrn Prof. Dr. E. STAHL. Ich möchte nicht verfehlen, ihm auch an dieser Stelle meinen verbindlichsten Dank auszusprechen für die freundliche Unterstützung, die er mir jederzeit durch Rat und Tat zuteil werden ließ.

Ferner möchte ich auch Herrn Dr. O. HEINROTH, Berlin, nochmals bestens danken; er hat mir über seine Erfahrungen bezüglich des Geschmackssinnes der Vögel bereitwilligst Auskunft erteilt.

Auch Herrn E. RETTIG, Inspektor am Botanischen Garten zu Jena, bin ich sehr verpflichtet.

---

Der zweite Teil der Arbeit, sowie ein Anhang und das Literaturverzeichnis werden später in der „Jenaischen Zeitschrift für Naturwissenschaft“ erscheinen.

---

## Inhalt.

---

	Seite
Einleitung: Allgemeines über Tierfraß; Sinnesorgane und Verdauungsapparat der Vögel; Einteilung derselben in Weichfresser und Körnerfresser . . . . .	445
Erster Teil: Versuche mit fleischigen Früchten (Weichfresser)	454
1. Verhalten der Kerne . . . . .	455
2. Verhalten des Fleisches . . . . .	469
3. Versuche über den Geschmackssinn der Vögel . . . . .	486
4. Schutz der Fleischfrüchte vor und während der Reife . . . . .	499
5. Verhalten der Körnerfresser zu den fleischigen Früchten . . . . .	504
6. Zusammenfassung des ersten Teiles . . . . .	507
(Der zweite Teil nebst einem Anhang wird später in der Jenaischen Zeitschrift für Naturwissenschaft erscheinen.)	

---