

ABHANDLUNGEN
DER
ZOOLOG.-BOTAN. GESELLSCHAFT IN WIEN.
BAND XII, HEFT 3.

HERAUSGEGEBEN MIT UNTERSTÜTZUNG DES BUNDESMINISTERIUMS FÜR INNERES UND UNTERRICHT.

INSEKTEN UND BLUMEN

EXPERIMENTELLE ARBEITEN ZUR VERTIEFUNG UNSERER
KENNTNISSE ÜBER DIE WECHSELBEZIEHUNGEN ZWISCHEN
PFLANZEN UND TIEREN

VON

DR. FRITZ KNOLL,

PROFESSOR DER BOTANIK UND VORSTAND DES BOTANISCHEN INSTITUTES
UND GARTENS DER DEUTSCHEN UNIVERSITÄT IN PRAG.

HEFT 3 (SCHLUSSHEFT):

IV. DIE *ARUM*-BLÜTENSTÄNDE UND IHRE BESUCHER.
(MIT EINER TAFEL UND 18 TEXTFIGUREN.)

V. ÜBER DEN BLÜTENBESUCH DER HONIGBIENE.
(MIT 12 TEXTFIGUREN.)

VI. DIE ERFOLGE DER EXPERIMENTELLEN BLÜTENÖKOLOGIE.

GESAMTREGISTER.

(GEDRUCKT MIT EINEM DRUCKKOSTENBEITRAGE VON DR. JERÔME UND MARGARETE STONBOROUGH.)

WIEN, 1926.

VERLAG DER ZOOLOG.-BOTAN. GESELLSCHAFT.

IV.

DIE ARUM-BLÜTENSTÄNDE UND IHRE
BESUCHER.

(Mit einer Tafel und 18 Textfiguren.)

Inhaltsübersicht.

	Seite
Einleitung	383
A. <i>Arum nigrum</i>	387
I. Äußere Gestalt und innerer Aufbau des Blütenstandes	390
1. Die Spatha	390
a. Die Epidermis der Innenfläche des Spatha-Oberteiles	392
b. Die Epidermis der Innenfläche des Spatha-Halses	397
c. Die Epidermis der Innenfläche des Spatha-Unterteiles	397
2. Die Blüten	400
a. Die Fruchtknoten	402
b. Die Staubgefäße	404
3. Die Hindernisorgane	405
4. Die Keule	407
II. Der Insektenfang des Blütenstandes	411
1. Bestäubung und Bestäuber. Beobachtungen am natürlichen Standorte der Pflanze	411
2. Die Mechanik des Insektenfanges	421
3. Die Einrichtungen, welche das vorzeitige Entkommen der gefangenen Insekten verhindern	428
a. Mechanische Vorkehrungen	430
b. Optische Vorkehrungen	433
c. Die Versorgung der Tiere während der Gefangenschaft	434
4. Die Befreiung der Tiere aus der Gefangenschaft	435
5. Die Fernanlockung der Insekten durch die Blütenstände	437
a. Allgemeines über die Fernwirkung	438
b. Glasmodelle der Blütenstände als Versuchsbehelfe	439
a. Die Beschaffenheit der Modelle	439
β. Faules Blut als Köder. (Vorversuch.)	441
γ. Die Verwendung von <i>Arum</i> -Keulen in Glasmodellen und der Insektenbesuch solcher Modelle	442
c. Erwägungen über die optische und chemische Fernwirkung	448
d. Die Untersuchung der Fernwirkung mit Hilfe der Glasmodelle	449
a. Versuche mit Modellen ohne <i>Arum</i> -Keule	449
β. Versuche mit Modellen, welche eine unverhüllte <i>Arum</i> - Keule enthalten	450
γ. Versuche mit Modellen, welche eine weiß verhüllte <i>Arum</i> - Keule enthalten	452
δ. Versuche mit Modellgruppen, in welchen sich keulenlose Modelle neben keulenträgenden befinden	457
e. Versuch einer ökologischen Deutung der Spathafarbe	461
6. Über die Duftstoffe	465
7. Die <i>Arum</i> -Spatha als „schützendes Obdach“	468
B. Bemerkungen über andere <i>Arum</i> -Arten	471
C. Zusammenfassung	473
Tafelerklärung	481

Die Blütenstände von *Arum maculatum* L. gehören zu den auffallendsten Formen unserer einheimischen Pflanzenwelt. Sie erscheinen uns geradezu als Frenndlinge, da sich ihre Gestalt so unvermittelt von den anderen Formen der mitteleuropäischen Flora abhebt. Aus diesem Grunde fühlt man immer wieder das Bedürfnis, die Blütenstände von *A. maculatum* zu betrachten und genauer zu untersuchen. Trotzdem wurde die Blütenökologie dieser merkwürdigen Pflanzen erst verhältnismäßig spät beschrieben. Christian Konrad Sprengel scheint sie (im Jahre 1793) noch nicht gekannt zu haben, da wir in seinem berühmten Buche keine Angaben darüber finden.¹⁾ Im Jahre 1870 veröffentlichte Federico Delpino seine Auffassung über den Bestäubungsvorgang bei *A. italicum* Miller²⁾. Im Anschluß an diese Mitteilungen schrieb Hermann Müller (1873): „Die Blüthenrichtung von *A. maculatum* stimmt so vollständig mit der vorerwähnten Beschreibung überein, welche Delpino von *A. italicum* gegeben hat, daß ich nichts Neues hinzuzufügen habe. . . .“³⁾ Später gahen die Bestäubungserichtungen von *A. maculatum* in der Hauptsache als bekannt, so daß die späteren Entdeckungen nur die Aufklärung bestimmter Einzelheiten (z. B. die Wärmeentwicklung des kohlensäureförmigen Abhanges) zum Ziele hatten. Die an *A. italicum* gewonnenen Anschauungen von Delpino bildeten dann immer wieder die Grundlage der ökologischen Deutung, wenn jemand die Blütenstände einer bisher noch nicht untersuchten *Arum*-Art studierte und beschrieb. Auf diese Weise entwickelte sich die Anschauung, daß die Blüthenrichtungen der Gattung *Arum* ganz allgemein sich in der Weise in den Dienst der Bestäubung stellen, wie dies zuerst von Delpino für *A. italicum* angegeben wurde.⁴⁾

Die Blütenstände der Gattung *Arum* zeichnen sich durch ein großes Maßmaß (Spatha) aus, welches in seinem basalen Teil eine hohle, lanzenförmige Aufweitung besitzt, in der die Blüten eingeschlossen sind. In

¹⁾ Sprengel, Chr. K.: Das entdeckte Geheimnis der Natur im Bau und in der Befruchtung der Blumen. Berlin 1793.

²⁾ Delpino, F.: Ulteriori osservazioni sulla difogamia nel regno vegetale. S. 17—21. Atti della Soc. Ital. delle sci. nat. in Milano, vol. XI, XIII. — Vgl. auch das Referat von F. Hildebrand. Botan. Zeitschr., 28. Jahrg., 1870, S. 589 bis 591.

³⁾ Müller, H.: Die Befruchtung der Blumen durch Insekten und die gegenseitigen Anpassungen beider (Leipzig 1873), S. 72 f.

⁴⁾ Hinsichtlich der Literatur über die Bestäubungsverhältnisse der *Arum*-Blütenstände vgl. die Angaben in Kunth, P.: Handbuch der Pflanzenbiologie, II, 2, S. 416 ff. — Ferner: A. Engler, Pars generalis der *Araceae* (Das Pflanzenreich, IV, 23A) S. 3 f., unter „F. Bestäubung“.

diesem Hohlraume (Kessel) sammeln sich am ersten Tage der Anthese zahlreiche Insekten an. Die Tiere bleiben zunächst im Kessel gefangen, bis sie schließlich am folgenden Tage ihre Freiheit wieder erlangen. Indessen übertragen sie den mitgebrachten Blütenstaub auf die Narben und empfangen später neuen, der nach dem Verlassen dieses Gefängnisses — bei erneuter Gefangenschaft — wieder anderen Blüten derselben Art zugute kommen kann. Da die bestäubenden Insekten in dem Kessel der *Arum*-Spatha eine Zeitlang ihre bisherige Freiheit einbüßen, hat man die Blütenstände der Gattung *Arum* als Kesselfallenblumen bezeichnet. Die Bezeichnung „Falle“ setzt voraus, daß die Tiere „lahmungslos“, d. h. entgegen dem sonstigen Erfolg ihrer gewohnten Lebensäußerungen, in die Gefangenschaft geraten.

Bei der ökologischen Beurteilung einer Kesselfallenblume sind drei Fragen zu stellen und zu beantworten. Erstens: Wie gelangen die Insekten in die Falle? Zweitens: Wodurch werden diese Tiere in der Falle festgehalten? Und drittens: Wie erlangen die Insekten schließlich wieder ihre Freiheit?

Bevor wir auf diese Fragen eingehen, sollen hier noch einige kurze Hinweise auf die morphologische Beschaffenheit der einzelnen Teile des *Arum*-Blütenstandes gegeben werden. Ich sagte schon, daß die Blüten im Kessel des Hüllblattes eingeschlossen sind. An der Achse des Blütenstandes (Spadix) stehen im Kessel zuunterst die zahlreichen weiblichen Blüten, über ihnen ein Kranz steriler Blütenteile, deren Körper in je einen langen borstenförmigen Fortsatz endigt, darüber stehen die zahlreichen männlichen Blüten und nach oben anschließend wieder ein Kranz steriler Organe von ähnlicher Beschaffenheit wie die bereits erwähnten. Knapp über diesen sterilen Blütenteilen befindet sich der stark verengte Eingang in den sonst vollständig geschlossenen Kessel. Die Gesamtheit der borstenförmigen Fortsätze dieser obersten sterilen Blüten bildet hier eine Art von Gitter, das den Kesseleingang teilweise verschließt. Über den Kessel hinaus setzt sich die Achse des Blütenstandes in ein gestieltes keulenförmiges Anhängsel (Appendix) fort, das zugleich den Abschluß der Achse nach oben darstellt. Diese Keule entwickelt unmittelbar nach dem Öffnen („Aufblühen“) der Spatha durch etwa 24 Stunden unter starker Wärmeabgabe einen für uns mehr oder weniger unangenehmen Duft.¹⁾ Nach Beendigung der Duftabgabe ist der Blütenstand als „verblüht“ zu betrachten, da mittlerweile die Narben vertrockneten und die Staubbeutel ihren Pollenvorrat entleerten.

¹⁾ Ich pflege den Ausdruck „Duft“ hier abweichend vom gewöhnlichen Sprachgebrauch in einem erweiterten Sinne zu gebrauchen, also nicht nur für solche Düfte, die in uns angenehme Geruchsempfindungen auslösen. In der gleichen Weise verwendet diesen Ausdruck auch K. von Frisch in seiner Arbeit: Über den Geruchssinn der Biene und seine blütenbiologische Bedeutung (Zool. Jahrbücher, Abtg. f. allg. Zool. u. Physiol., Bd. 37, 1919). Frisch spricht z. B. (S. 204 u. a. O.) von einem „Skatolduft“, der bekanntermaßen ekelregend wirkt.

Wir wollen nun versuchen, uns aus der Literatur die Antwort auf die oben gestellten drei Fragen zu verschaffen. Zunächst ist als erste die Frage zu beantworten, wie die Insekten in die Falle hineingelangen. Wenn man sich aus den darüber vorhandenen Angaben eine allgemein gehaltene Fassung zurechtlegt, so lautet diese folgendermaßen: Die Insekten werden durch den Duft der Keule, durch deren Wärmeabgabe und durch die Farbe des Blütenstandes aus der Ferne angelockt. Sie setzen sich zunächst auf die Keule (Keulenspitze) und kriechen von dort über den Keulenschaft, der ihnen dabei als Leitstange dient, in den Kessel hinab. Diese Tiere kriechen desto lieber in den Kessel hinein, da sich ihnen dort eine warme und windstille Unterkunft vor allem für die Nacht bietet. Über das Eindringen der Tiere in den Kessel schreibt O. von Kirchner: „Genau an der Stelle der Verengung des Hüllblattes stehen innen die oberhalb der Staubblätter von der Kolbenachse entspringenden Borsten, sie reichen mit ihren Spitzen bis an die Wand des Kessels und versehen ihn mit einem gitterartigen Verschuß, durch den die Insekten leicht eindringen können, indem sie die etwas abwärts geneigten Borsten noch weiter nach unten drücken, der aber das Herauskommen der Tiere nicht gestattet, weil sich die Borsten nicht von unten nach oben bewegen lassen, sondern sich gegen die Wand des Hüllblattes stemmen.“¹⁾

Aus dem oben wiedergegebenen Zitat, das der heute herrschenden Anschauung entspricht, sieht man, daß die Vorstellungen von der Mechanik des Insektenfanges der *Aram*-Kesselfalle ganz jener Vorstellung nachgebildet ist, welche zuerst von Sprengel für die Kesselfallen der Blüten von *Aristolochia clematitis* L. entwickelt und von späteren Forschern, besonders von Hildebrand und Correns, weiter ausgebaut wurde. Nachdem schon Sprengel die Blüte der genannten *Aristolochia*-Art mit einer „kleinen Reuse“ verglichen hatte, ohne jedoch diesen Vergleich im einzelnen durchzuführen, bildete sich schließlich auf Grund der neueren Untersuchungen die Vorstellung einer auch in den Einzelheiten sinreich konstruierten und dementsprechend wirksamen „Reusenvorrichtung“ der *Aristolochia*-Blüte heraus. Die heute übliche Auffassung, daß auch die Blütenstände der Gattung *Aram* sich mit Hilfe einer solchen Reusenvorrichtung die für die Bestäubung notwendigen Insekten verschaffen, will ich im folgenden kurz als „Reusentheorie“ bezeichnen.

Mit dieser kurzen Besprechung der „Reusenvorrichtung“ haben wir auch schon die zweite der oben gestellten Fragen zum Teil beantwortet. Wir betonen daran anschließend hier nochmals, daß der *Aram*-Blütenstand die Tiere, welche in den Kessel eingedrungen sind, dort zunächst „wie eine Reuse“ gefangen hält. Die Art, wie dies geschieht, ergibt sich aus dem oben mitgeteilten Zitat nach Kirchner.

¹⁾ Kirchner, O. von, Blumen und Insekten (Leipzig und Berlin 1911), S. 209.

Entsprechend dieser Auffassung bilden also die oberen unfruchtbaren Blüten sozusagen ein Schnappschloß, das die Tiere am Entkommen hindert. Die Gefangenen stoßen im Gehen oder Fliegen wohl öfters an die den Ausgang versperrenden Borsten an, doch sind diese anfangs zu steif, um von den Tieren in passender Weise verbogen zu werden und dadurch den Weg wieder freizugehen.

Die dritte Frage betrifft die Befreiung der Insekten aus der Gefangenschaft. Kirchner sagt darüber (a. a. O., S. 210), daß in der Zeit, wo die Antheren sich öffnen und den Blütenstaub austreten lassen, die Borsten am Scheitel des Kessels erschlaffen und dabei den Ausgang freigeben, und daß überdies auch der Verschuß des Hüllblattes (in der Kesselgegend) durch Welken und Auseinanderweichen seiner übergreifenden Ränder so locker wird, daß selbst auf diesem Wege die eingeschlossenen Insekten entweichen können.

Nachdem ich meine Beobachtungen an den *Arum*-Blütenständen begonnen hatte, sah ich bald, daß die eben besprochene „Reusentheorie“ mit meinen eigenen Befunden nicht in Einklang zu bringen war. Ich ließ nun all das beiseite, was ich über die genannten Blütenstände gelesen hatte, und suchte mir durch Beobachtung im Freien und durch Versuche, die ich an Standorte der *Arum*-Pflanzen machte, in allen Einzelheiten eine eigene Ansicht zu bilden.

Die Insekten, welche von *A. maculatum* (und *A. italicum*) angelockt und gefangen werden, sind sehr klein. Vor allem sind es die winzigen Schmetterlingsmücken (Arten der Gattung *Psychoda*), welche vorübergehend in den Kessel dieser Blütenstände gelangen. So kleine, unauffällig gefärbte Insekten lassen sich aus der Ferne sehr schwer erfolgreich beobachten. Da ich aber gerade auf die genaueste Beobachtung der Insekten bei ihrer Annäherung an die Blütenstände und bei ihrem Eintritt in den Kesseleingang besonderen Wert legen mußte, sah ich mir auch noch andere *Arum*-Arten an, um so das günstigste Objekt für die Beobachtung zu finden. In dieser Hinsicht fand ich in den Blütenständen von *A. nigrum* Schott gerade das, was ich vor allem suchte. *A. nigrum*, das ich in seiner Heimat (adriatische Seite des Balkans) studieren konnte, fängt größere Insekten (Fliegen und Käfer), die leichter der Beobachtung aus der Ferne zugänglich sind. Nach den befriedigenden ersten Feststellungen habe ich diese Blütenstände von *A. nigrum* und das Treiben der von ihnen angelockten Insekten während mehrerer Jahre nach verschiedenen Gesichtspunkten untersucht. Nachdem von mir die Ökologie der Blütenstände bei der genannten Art bis ins einzelne mit Sicherheit aufgeklärt war, konnte ich daran gehen, auch *A. maculatum* und andere *Arum*-Arten mit größerer Aussicht auf Erfolg neuerdings zu beobachten und zu untersuchen. Das Ergebnis meiner Bemühungen war der Befund, daß die Blütenstände der Gattung *Arum*

keine „Reuseneinrichtungen“ darstellen. Sie sind in blütenökologischer Hinsicht am besten mit einem neuen Namen als Gleitfallenblumen zu bezeichnen.¹⁾ Die Wiedergabe der Tatsachen, welche zu dieser Auffassung führen, sowie die Schilderung verschiedener anderer blütenökologisch wichtiger Einzelheiten, welche damit zusammenhängen, werden den Inhalt der vorliegenden Abhandlung bilden.²⁾

A. *Arum nigrum*.

A. nigrum Schott ist eine wenig bekannte, aber klar umschriebene *Arum*-Art des europäischen Südens.³⁾ Ihre Verbreitung erstreckt sich auf ein verhältnismäßig kleines Gebiet am Ostrande der mittleren und südlichen Adria. Man fand sie bisher nur im gebirgigen Karstgebiete der Herzegowina (westpontisch) sowie im mittleren und südlichen Dalmatien. Der tiefste Standort dürfte wenige Meter über dem Meeresspiegel liegen, der höchste bei etwa 1000 m. Das Verbreitungsgebiet von *A. nigrum* liegt außerhalb der benachbarten Verbreitungsgrenze von *A. maculatum*, doch noch teilweise im Gebiete von *A. italicum*, einer typischen Mediterranpflanze.

Wie bei dem weitverbreiteten *A. maculatum* gliedert sich die annähernd gleich große und gleich gestaltete Spatha (scheidenförmiges Hüllblatt des Blütenstandes) in einen geschlossen bleibenden, flaschenförmigen Unterteil und einen sich öffnenden, beträchtlich größeren Ober- teil. Dieser rollt sich nach vollendeter Blütenausbildung auf und gibt dabei das keulenförmige, sterile Ende (Appendix) des Blütenstandes sowie den Zugang zu den im Spatha Unterteil eingeschlossenen Blüten frei (Fig. 62). Während der sich öffnende Ober- teil der Spatha bei *A. maculatum* durch eine sehr helle, grüne oder grünlichweiße Färbung ausge-

¹⁾ Der Ausdruck „Gleitfallenblume“ wurde von mir nach dem Vorbilde von „Klemmfallenblume“ geprägt. Die besuchenden Insekten gleiten aus, stürzen ab, geraten vorübergehend in Gefangenschaft und bestäuben dabei die Blüten.

²⁾ Kurze, vorläufige Mitteilungen über meine *Arum*-Untersuchungen: 1. Neue Untersuchungen über die Epidermis pflanzlicher Kesselfallen (Verh. d. Zool.-bot. Ges., Wien 1913, S. 74 ff.). — 2. Über bisher unbekanntes Anpassungserscheinungen an den Blütenständen der Gattung *Arum* (Verh. deutscher Naturforscher und Ärzte, 85. Vers. [Wien 1913], II. Teil, 1. Hälfte, S. 629 bis 631). — 3. Neues über den Insektenfang eines Aronstabes (Die Umschau, 1913, Nr. 40, S. 828 ff. und S. 887). — Die von A. Engler (Das Pflanzenreich, IV, 23 F, S. 18) ohne Nennung des Autors gemachten Angaben über die Bestäubung von *A. nigrum* gehen auf meine vorläufigen Mitteilungen zurück. Dies ergibt sich aus der Literaturzusammenstellung der Pars generalis der *Araceae* von A. Engler (Das Pflanzenreich, IV, 23 A, S. 3, unter „E. Betr. Bestäubung“).

³⁾ Hinsichtlich der systematischen Stellung von *Arum nigrum* und seiner geographischen Verbreitung vgl. A. Engler, *Araceae-Aroideae* S. 74 f. (in: Das Pflanzenreich, IV, 23 F), sowie die dort angegebene Literatur.

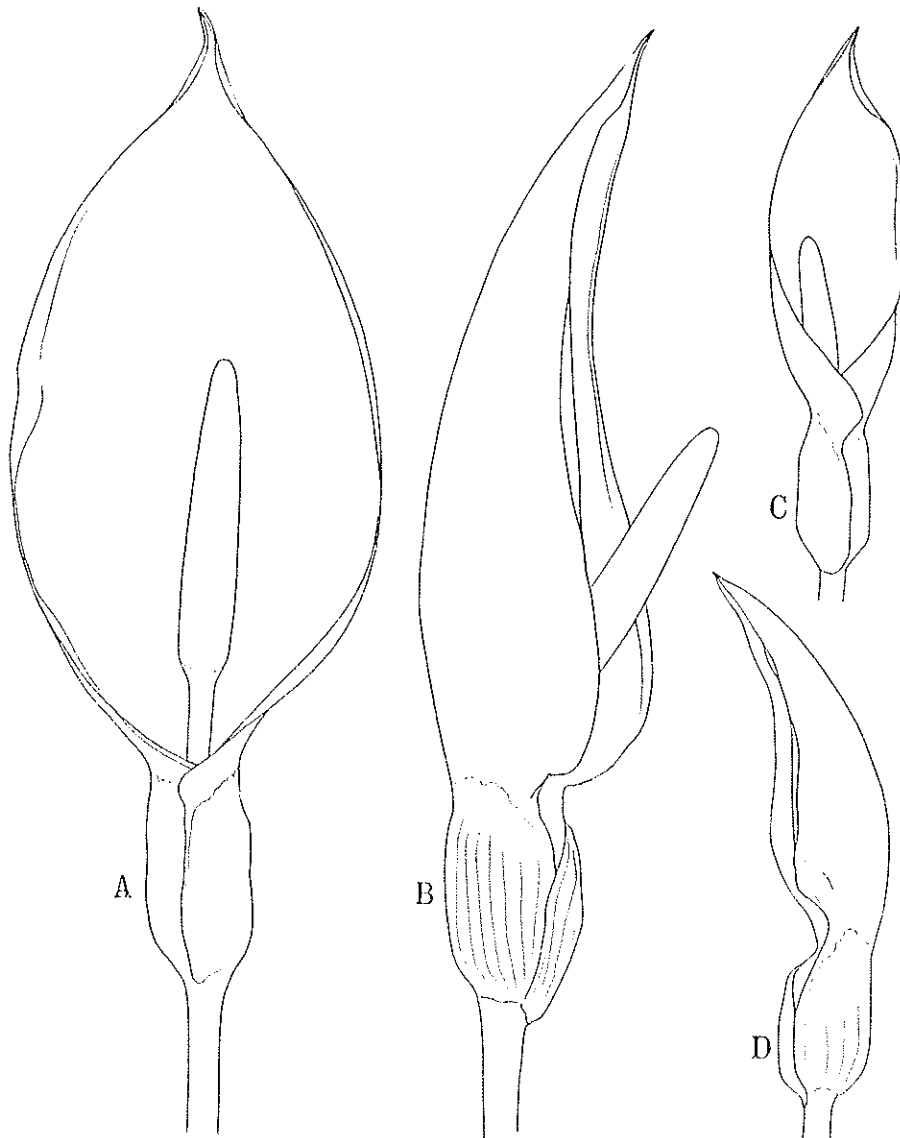


Fig. 62. Variation der Spatha von *Arum nigrum*.

Die größte (A, B) und die kleinste (C, D) Spatha. Zugleich als Beispiel einer rechtsgedrehten (A, B) und einer linksgedrehten (C, D) Spatha. — (U₂ der nat. Größe.)

zeichnet ist, die an Helligkeit das grüne Laub weit übertrifft, fällt uns bei *A. nigrum* auf, daß der gleiche Spatha-Abschnitt eine schwarzpurpurne Farbe besitzt. Von ferne sehen solche Blütenstände, besonders wenn sie im Schatten stehen, oft fast schwarz aus, so daß die Artbezeichnung, die ihnen von Schott gegeben wurde, recht zutreffend erscheint. Diesen Eindruck eines „warmen“ Schwarz machen die geöffneten Spathen, wenn man sie bei auffallendem Lichte vom Spatha-Eingang her betrachtet.

Treffen dagegen die Sonnenstrahlen so den Blütenstand, daß das Licht bei gleicher Betrachtung durch die Spatha hindurch in unser Auge dringt, dann sieht man diese durchscheinenden Stellen als gesättigtes, dunkles Purpur („Weinrot“). Während die Innenfläche der geöffneten Spatha matt samtartig ist, zeigt die etwas hellere Außenfläche einen leichten fettartigen Glanz. Diese Eigenschaften der Spatha sind in Schott's berühmtem Tafelwerke *Icones aroidearum* farblich wiedergegeben, und zwar in einer Vollendung, die wir bewundernd anerkennen müssen.¹⁾ Aus diesen farbigen Bildern sieht man auch, daß der Spatha-Obertheil an der Innenseite gleichmäßig gefärbt ist. Nirgends treten an ihr irgendwelche scharf umgrenzte helle Flecken oder Streifen oder eine deutliche Marmorierung hervor.

Die Wuchsform von *A. nigrum* ist nicht viel verschieden von der unseres gefleckten Aronstabes. Aus einer im Boden steckenden Stammknolle erheben sich je nach dem Alter der Pflanze meist zwei bis drei, manchmal auch vier oder fünf gleichmäßig grüne langgestielte Laubblätter, die wohl etwas derber und dunkler sind als bei der erwähnten mitteleuropäischen Art, aber sich sonst kaum in Gestalt und Färbung von dieser unterscheiden. In der Mitte zwischen den Blattstielbasen kommt der Blütenstand mit seiner zunächst eingerollten Spatha hervor. Allmählich erhebt sich ihr flaschenförmiger Unterteil über den Erdboden, so daß dann die darunter befindliche Achse des Blütenstandes etwas sichtbar wird. Wenn sich die Spatha öffnet, sind die wenigen Laubblätter bereits vollständig entwickelt. Nach der Befruchtung verwelkt und vertrocknet die Spatha allmählich vom oberen Ende her und die zahlreichen Fruchtknoten entwickeln sich nach und nach zu orangefarbenen bis zimmerroten Beeren. Sind die Früchte reif geworden, dann sind die Laubblätter meist schon vertrocknet und zusammengefallen, nur der Stiel des Fruchtstandes ragt noch frisch grün aus dem Boden. Die Verbreitung der Samen geschieht wohl durch Tiere, welche diese Beeren fressen.

Wiederholt bot sich mir die Gelegenheit, *A. nigrum* in der Umgebung der Bucht von Cattaro (Kotor) in Süddalmatien, wo die Pflanze häufig vorkommt, genau zu studieren. Auf dem Vermaè-Rücken, der die Bai von Cattaro südlich begrenzt, fand ich *A. nigrum* in 500 m Höhe über dem Meere gemeinsam mit *A. italicum* Miller auf dem lehmigen Boden lichter Eichenwäldchen, an Wegrändern, häufig zwischen *Pteridium aquilinum* (L.) Kuhn und anderen Pflanzen des schwachen Unterholzes. Bild 1 der Tafel 10 gibt davon eine Vorstellung. In den wärmeren Teilen der Krivošije, jenes zerklüfteten Gebirgslandes nördlich der Bucht von Cattaro, ist *A. nigrum* ebenfalls sehr häufig zu finden. So fand ich

¹⁾ Schott, H. *Icones aroidearum* (Wien 1857), Taf. 37, 38. Die gleiche Farbe des Spathaoberteiles besitzt der Blütenstand von *Typhonium divaricatum* (L.) Decaisne, einer in Gewächshäusern häufig gezogenen Aroidee.

diese Pflanze in der flachen Mulde von Ledence (600 m ü. d. M.), die sich zwischen dem Goli vrh und dem Berggrücken von Crkovac erstreckt, sowie in verschiedenen kleineren Dolinen dieser Gegend, wo ich sie in zwei verschiedenen Jahren während ihrer ganzen Blütezeit an natürlichen Standorte beobachten konnte. Beliebig viel lebendes Material stand mir dort zur Verfügung, sowohl zu der an Ort und Stelle ausgeführten mikroskopischen Untersuchung als auch für die Durchführung von Experimenten. Längs des Höhenweges, welcher von Ledence nach Crkvice führt, fand ich den schwarzen Aronstab häufig zwischen Felstrümmern und kümmerlichem Gebüsch (*Quercus*, *Carpinus*, *Ostrya* u. a.), welches in diesem dürrtigen Weidelande infolge der Mißhandlung durch Schafe und Ziegen nicht über den Zustand einer „Verbißform“ hinauskommen kann. Vielfach sah ich die blühende Pflanze auch ganz freistehend, gemeinsam mit *Aristolochia pallida* Willd. und *Salvia officinalis* L. zwischen dem niedrigen Gras, das im Frühling den roten Lehm Boden (terra rossa) der fruchtbaren kleinen Einbruchskessel bedeckt. In dieser Gegend fällt im Winter bereits etwas Schnee, der aber gewöhnlich nicht lange liegen bleibt, da die Temperatur hier nur selten für längere Zeit unter den Nullpunkt herunterzugehen pflegt.

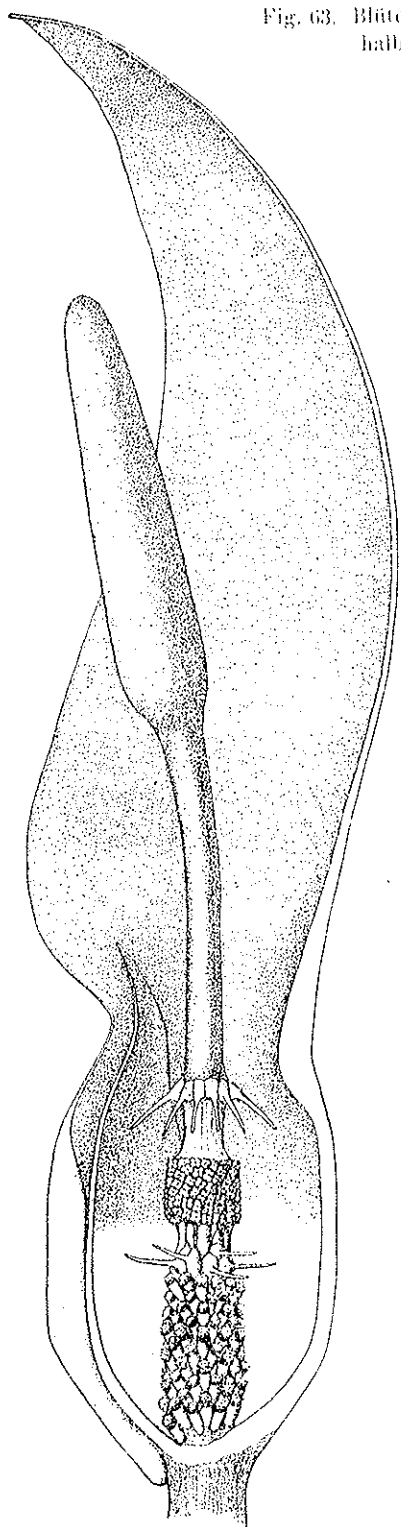
I. Äußere Gestalt und innerer Aufbau des Blütenstandes.

1. Die Spatha.

Wenn im Frühjahr der Blütenstand an der Pflanze sichtbar wird, ist die den heranwachsenden Blütenkolben eng umschließende Spatha noch annähernd zylindrisch, mit schmal zugespitztem oberem Ende. Nach und nach schwillt das untere Viertel der Spatha stärker an und wird allmählich eiförmig, durch einen immer deutlicher werdenden Hals von dem verschmälerten Oberteil der Spatha sich abgrenzend. Kurze Zeit vor dem Reifen der Blüten bemerkt man beim Anfassen des unteren Spatha-Abschnittes, daß sich seine Wand von dem Blütenkolben abhebt und so um die Blüten einen Hohlraum / Kessel frei werden läßt. Das Hüllblatt, welches bisher grün war, bekommt nun im oberen Teile eine olivbraune Farbe, die sich immer mehr dem schwarzpurpurnen Farbton nähert, der dem Endzustand eigentümlich ist.

Sind die Blüten reif geworden, dann öffnet sich während einer einzigen Nacht die Spatha. Am darauffolgenden Morgen zeigt sie uns bereits jenen Zustand, der in den Abbildungen der Fig. 62 zu sehen ist. Der untere bauchige Teil des Hüllblattes ist dütenförmig zusammen gedreht und bleibt andauernd geschlossen. Die mit der Drehung verbundene Deckung erfolgt gewöhnlich so, daß — von vorne gesehen — der rechte Blattrand den linken übergreift (Fig. 62 A, B). Manchmal ist auch die Deckung entgegengesetzt (Fig. 62 C, D).

Fig. 63. Blütenstand von *Arum nigrum* mit der Länge nach habilitierter Spatha. — ($\frac{1}{3}$ der nat. Größe.)



Stets ist an der fertigen Spatha eine deutliche Gliederung in drei Teile bemerkbar. Auf den breiten geöffneten Oberteil, der kahlförmig bis helmförmig sein kann, folgt ein verengter Halsteil, der jenen mit dem flaschenförmigen, seitlich geschlossenen Unterteil verbindet. Ich will den Oberteil als Helm, den Unterteil (in der bisher üblichen Weise) als Kessel bezeichnen. Diese Gliederung ist bei jeder Stellung des Blütenstandes sichtbar, zeigt sich aber besonders deutlich, wenn man die Spatha in ihrer Symmetrieebene der Länge nach aufschneidet (Fig. 63). Die Variation der Spatha-Form ist gering. Andere Formen als die von mir abgebildeten habe ich unter Hunderten von Exemplaren, die ich zu Gesicht bekam, niemals gesehen. Dagegen schwankt die Größe sehr. Während die kleinste Spatha eine Länge von nur 11 cm besaß, war die größte 26 cm lang (Fig. 62). Zwischen diesen beiden Grenzen hielten die meisten Blütenstände die Mitte. Die Größe der Spatha hängt ebenso wie die Größe des Blütenkolbens vom Alter der Pflanze und vom Ernährungszustand ab. Pflanzen mit größeren und zahlreicheren Blättern haben meist auch größere Blütenstände. Von der Färbung des Spatha-Oberteiles wurde bereits (S. 388 f.) gesprochen. Das charakteristische Schwarzpurpur erstreckt sich gleichmäßig über den ganzen Oberteil. Diese Färbung ist auf der samtartig aussehenden Innenfläche (morphologische Oberseite) des Helmes absolut gleichmäßig. Auf der Außenseite dagegen kann man öfters einige an den Rändern verschwimmende, schwach grüne Streifen bemerken, die aber den Gesamtcharakter

der Färbung nicht wesentlich beeinträchtigen. Der verschmälerte Spatha-Hals hat innen und außen die dunkle Farbe des Oberteiles. Dagegen ist der Kessel außen überwiegend grün gefärbt. Das dunkle Purpurbraun an der Grenze zwischen Hals und Kessel geht nach unten zu rasch in ein mehr oder weniger bräunliches Grün über, wobei die dunkle Färbung nur am äußeren Blattrande tiefer gegen den Stiel des Blütenstandes herabsteigt. Dieses Grün ist in der unteren Hälfte des Kessels am hellsten. An der Innenfläche der Spatha geht die schwarzpurpurne Färbung unverändert von dem Halsteil auf den oberen Teil der Kesselinnenfläche über. Aber auch hier wird die Färbung gegen die Kesselmitte zu bald heller und geht in ein Rosenrot (Blauviolett) über, an dessen Stelle in der unteren Hälfte des Kessels ein reines Weiß tritt. Mit dieser Farbenverteilung und mit der Transparenz des weißen Abschnittes hängt es zusammen, daß der Innenraum des Kessels in seinem unteren Teile von dem durchfallenden Lichte gut beleuchtet wird, während das Gewölbe des Kessels dunkel ist (Fig. 63).

Die Außenseite der Spatha entspricht der morphologischen Unterseite des Blattes. Die glatte, ebene Epidermis ist hier wie beim Laubblatte von zahlreichen funktionierenden Spaltöffnungen durchsetzt, welche die Verbindung der Zellzwischenräume mit der Außenluft herstellen. Dagegen ist die Innenseite gerade so wie die Oberseite des Laubblattes gewöhnlich ganz frei von Spaltöffnungen. Nur sehr selten findet man auf einem Flächenschnitt ein vereinzelt Schließzellenpaar. Das Mesophyllgewebe ist infolge der Ausbildung zahlreicher Interzellularräume sehr luftreich (schwammig). In seinen Zellen findet man nahe der Außenseite (Unterseite) Chloroplasten von normaler Färbung, welche im Verein mit dem wechselnden Anthokyangehalt des Zellsaftes die verschiedenen bräunlichen Farbentöne der Spatha-Außenfläche (besonders des Kessels) verursachen.

Die Innenseite der Spatha entspricht der morphologischen Oberseite des Blattes. Hinsichtlich der Beschaffenheit der Epidermiszellen verhalten sich die einzelnen Abschnitte dieser Innenseite verschieden. Während die schwarzpurpurne Fläche des Helmes, des Halses und des oberen Kesselgewölbes stark papillöse Epidermiszellen aufweist, sind die Epidermiszellen der rosenroten Innenfläche des Kessels weniger papillös und die der weißen Kesselregion nur schwach vorgewölbt oder ganz eben. Die papillösen Epidermiszellen gehen also an der Innenseite des Kessels allmählich in solche mit ebenen Außenwänden über. Da die Epidermisbeschaffenheit der Spatha-Innenfläche, wie später gezeigt werden soll, für die ökologischen Verhältnisse ausschlaggebend ist, will ich hier auf ihre anatomischen Einzelheiten genauer eingehen.

a) Die Epidermis der Innenfläche des Spatha-Oberteiles.

Fertigt man sich einen Flächenschnitt von der Innenseite des Spatha-Oberteiles an, so zeigt sich die Epidermis knapp unterhalb der

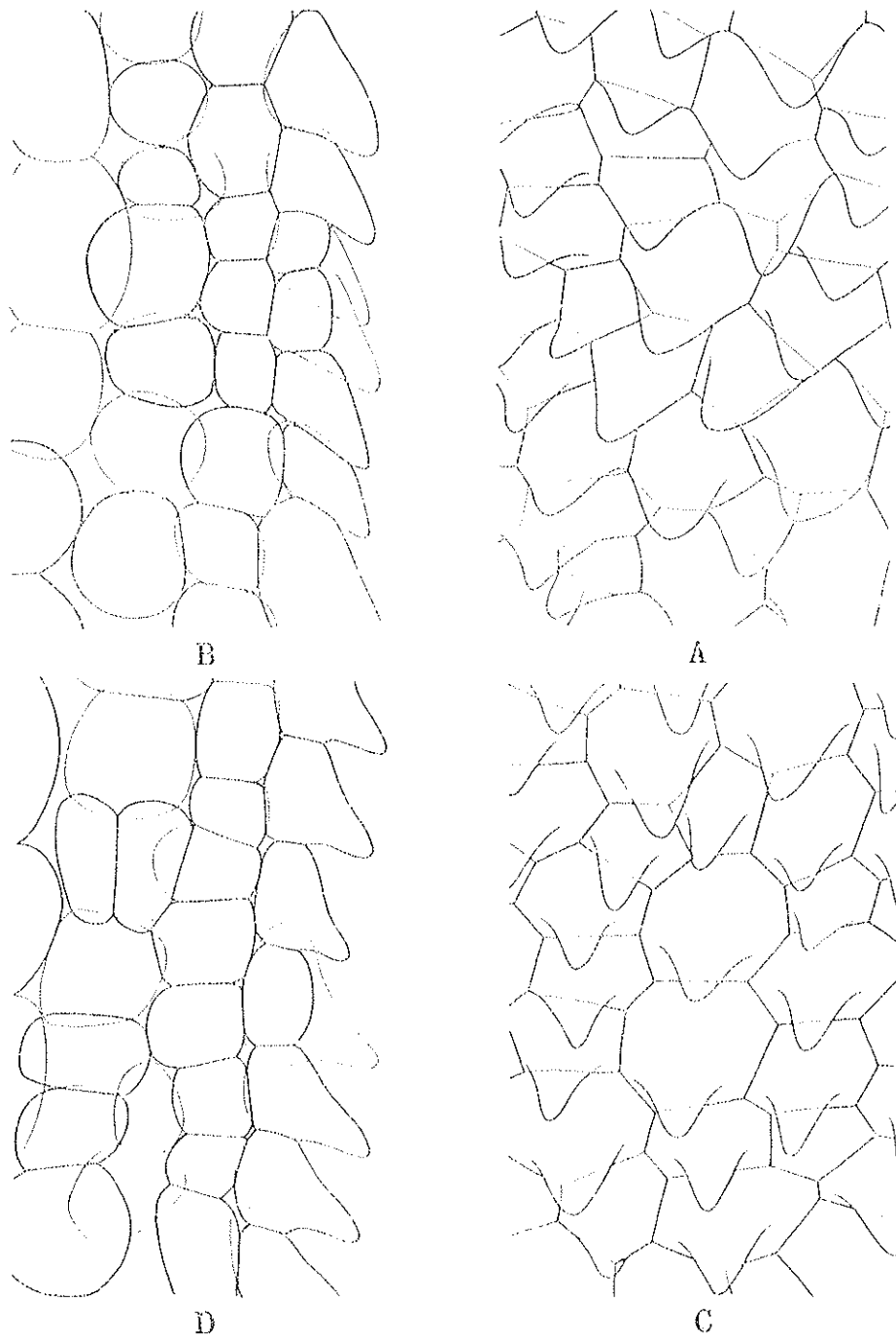


Fig. 64. Die innere obere Epidermis des Spatha-Obertheiles.

A Flächenansicht, B Längsschnitt der Epidermis etwas unterhalb der Spathaspitze, C Flächenansicht, D Längsschnitt etwas unterhalb der Mitte des Obertheiles. Die außerhalb der Blüthen liegenden Zellwände sind aus Gründen der Anschaulichkeit etwas dünner gezeichnet als die in der Blüthen liegenden, obgleich in Wirklichkeit kein Dickenunterschied vorhanden war. (20 \times der nat. Größe.)

Spitze des Plattes aus so, wie es Fig. 61A wiedergibt. Die Epidermis ist hier nirgends von Spaltöffnungen unterbrochen. Sie besteht aus Zellen von polygonalem Einriß, deren Seitenwände lückenlos aneinanderstoßen. Die Außenwand ist papillenförmig vorgewölbt, die Papillen sind verhältnismäßig flach und mit der Spitze gegen die Blattbasis gerichtet, so daß sie in der natürlichen Stellung der Spatha nach abwärts stehen. Der Längsschnitt durch die gleiche Stelle (Fig. 61B) läßt die Zellgestalt noch deutlicher zur Geltung kommen. Man sieht den lückenlosen seitlichen Zusammenschluß der Epidermiszellen und deren überhängende papillöse Vorsprünge. Unmittelbar unter der Epidermis endigen die zahlreichen, oft sehr weiten Interzellularräume des Mesophylls, die hier wegen Mangels an Spaltöffnungen oder anderer Lücken nicht mit der Luft über der Epidermis in Verbindung stehen.

Führt man die Schnitte in der Mitte des Spatha-Obertheiles aus, dann erhält man Bilder wie Fig. 61C und D. Der Grundriß der Epidermiszellen ist der gleiche wie an der Spatha-Spitze, ebenso ihr lückenloser Zusammenschluß. Doch sind die Papillen der Helmmitte schärfer vom übrigen Zellkörper abgegrenzt, ihre Spitzen sind schmaler, so daß sie mehr zitzenförmig erscheinen. Auch diese Papillen sind stets gegen den Blattgrund gerichtet. Eine solche Form der Epidermispapillen findet man auch in dem großen trichtertförmigen Teil über dem Halse der Spatha, doch sind die Papillen in dem anderen Abschnitt des Trichters bei gleichem Zellgrundriß etwas länger.

Die aus Zellulose bestehende Wand der Papille zeigt keine deutliche Kutikula, sie ist verhältnismäßig dünn und sehr leicht durchlässig für Wasser. Wenn man auf die Innenfläche der Spatha kleine Zuckerkörnchen (grobes Pulver von Raffinadezucker) ausstreut, so zerfließen die Körnchen in wenigen Sekunden vollständig. Dies kann man ohne weiteres mit freiem Auge verfolgen. Bei mikroskopischer Betrachtung zeigt sich dann, daß Plasmolyse eingetreten ist, die sich infolge des dunkelroten Zellsaftes sehr leicht feststellen läßt. Auf der äußeren Epidermis der Spatha bleibt dagegen der gleiche Zucker liegen, ohne zu zerfließen. Bedeckt man einen noch ungesetzten Flächenschnitt mit einem Deckglas und setzt vom Rande her Chloroform oder Benzol zu, so tritt aus den Papillen sogleich der Zellsaft in der Form großer kugelförmiger Tropfen aus, die sich um die erschöpften Papillen ansammeln. Infolge der starken Durchlässigkeit der dünnen Papillenwand für Wasser vermögen diese Zellen sehr viel Wasserdampf an die benachbarte Luft abzugeben. Deshalb ist die Luft innerhalb des Helmes verhältnismäßig feucht, was nicht ohne ökologische Bedeutung ist. Die Papillen sind gegen geringe Verbiegungen nicht empfindlich. Sie schmelzen beim Nachlassen des Druckes, ohne sich dabei dauernd verändert zu haben, wieder in die ursprüngliche Stellung zurück. Davon kann man sich leicht durch die mikroskopische Beobachtung von Verbiegungen überzeugen, die man

unter dem Mikroskop mit einer feinen Nadel oder Borste herbeiführt. Dieser Umstand wird uns später noch beschäftigen.

Alle papillösen Epidermiszellen sind während der Blütezeit lebend und wenigstens anfangs voll turgeszent. Ihr Inhalt besteht aus einem kräftigen Protoplasmabelag, der einen großen Zellsaft Raum oder neben diesem noch zahlreiche, dicht aneinandergedrängte Zellsaftvakuolen umschließt. Der Zellsaft enthält Anthokyan in so starker Konzentration der Lösung, daß die Epidermiszellen bei der mikroskopischen Betrachtung saft weinrot erscheinen.

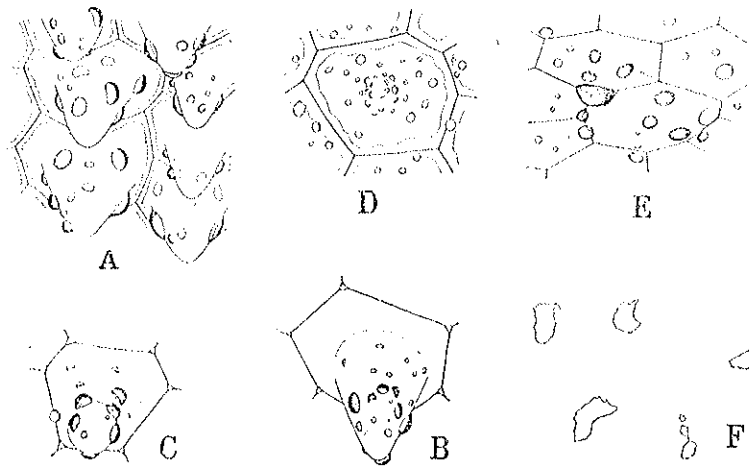


Fig. 65. Die Öltröpfchen der Spatha-Innenseite (morphologischen Oberseite), der Keule und der Hindernisorgane.

A innere (obere) Epidermis der Mitte des Spatha-Oberteles, Flächenansicht in Wasser, B papillöse Epidermiszelle der oberen Kesselregion, in Luft betrachtet, C eine solche Zelle mehr von der Papillenspitze her gesehen, D eine papillöse Zelle der Keulepidermis, in Luft betrachtet, E Flächenansicht der Epidermis eines unteren Hindernisorganes, in Luft, F Öltröpfchen der Spatha-Innenfläche, auf Glas abgeklatscht. --- (E = $\times 11$, die anderen Figuren $\times 10$, der nat. Größe.)

An der papillösen Epidermis der Spatha von *A. nigrum* und anderer *Arum*-Arten machte ich die Entdeckung einer Tatsache, die bisher allen Beobachtern entgangen war, da sie diese Organe, soweit sie überhaupt mikroskopisch geprüft wurden, in der üblichen Weise in Wasser unter Deckglas untersuchten. Betrachtet man dagegen die Papillen an einem frei liegenden dünnen Flächenschnitt rasch mit einem genügend starken Objektiv von nicht allzu kurzer Brennweite und einem starken Okular, so wird man bei passender Beleuchtung auf der ganzen Außenfläche der Epidermiszellen und besonders an der Papille stark lichtbrechende Tröpfchen finden. Taucht man einen solchen Schnitt in Wasser unter, so lösen sich gewöhnlich die meisten dieser Tröpfchen von ihrer Unterlage los, runden sich ab und schwimmen in dem bewegten Wasser davon. Manchmal gelingt es --- ohne daß man genau angeben kann, wodurch ---

daß die Tröpfchen auch an untergetauchten Schnittten an Ort und Stelle verbleiben, wovon die Abbildung der Fig. 65 A Zeugnis gibt. Infolge des starken Lichtbrechungsvermögens und der Unlöslichkeit im Wasser lag der Gedanke nahe, daß es sich hier um eine Ausscheidung von fettartigen Substanzen handeln dürfte. Die chemische Untersuchung dieser Tröpfchen war aber zunächst mit großen Schwierigkeiten verbunden, da die verschiedenen Reagentien entweder die Zellen schädigten und dadurch der Zellsaft aus ihnen heraustrat, oder sich die Tröpfchen sogleich ablösten und dann verschwanden, ohne daß man feststellen konnte, ob sie fortgeschwommen waren oder sich aufgelöst hatten. Eine wirklich einwandfreie Untersuchung war erst dann möglich, als ich dazu überging, Abklatschpräparate von diesen Tröpfchen herzustellen. Nimmt man einen sorgfältig geputzten fettfreien Objektträger und legt ein etwa $\frac{1}{2}$ cm² großes Stück eines frischen Spatha-Oberteiles vorsichtig (ohne seitliche Verschiebung) mit der Papillenseite nach unten darauf, so kann man durch einen leichten Druck, den man mit dem Finger auf das Spatha-Stück ausübt, einen großen Teil der Öltröpfchen auf die Glasfläche übertragen. Es gehört hierzu wohl ein wenig Übung, weil man zuerst entweder zu schwach oder zu stark drückt, wobei besonders das letztere von Übel ist, da viele Papillen dadurch zerquetscht werden und dann Irrtümer möglich sind. Schließlich aber bekommt man bald die nötige Fertigkeit und dann ist man imstande, die Abklatschpräparate so gut herzustellen, daß man in der regelmäßigen Anordnung der Tröpfchen genau die Anordnung der Papillen wiederfinden kann. Fig. 65 F zeigt das Aussehen der nunmehr auf der Glasfläche liegenden Tröpfchen. Aus diesen Abklatschpräparaten läßt sich zunächst feststellen, daß die Tröpfchen bei der Aufbewahrung in reiner, staubfreier Luft wochenlang keine Veränderung zeigen. Mit Hilfe des Doelter'schen Heizmikroskops habe ich eine Verdampfungstemperatur von annähernd 150° C festgestellt, doch halte ich noch genauere Prüfungen für notwendig. Bei Zusatz von kaltem Alkohol lösen sich die Tröpfchen ganz oder teilweise auf, im Wasser runden sie sich vielfach ab und schwimmen davon, ohne sich sonst zu verändern. In allen üblichen Fettlösungsmitteln (Benzin, Benzol, Nylol u. a.) werden sie sofort gelöst. Legt man einen Objektträger mit den darauf befindlichen Tröpfchen verkehrt über den Hals einer offenen Flasche, die eine genügend starke wässrige Lösung von Osmiumsäure enthält, so werden die Tröpfchen nach einiger Zeit grau und schließlich schwarz. Sudan III (nach Kroeber) und auch Alkannatinktur, mit besonderer Vorsicht angewendet, geben sehr gute Färbungen der Tröpfchen. Bei Anwendung von Sudan Glycerin konnte ich oft sogar an Längsschnitten durch die Epidermis die angesammelten Tröpfchen (besonders in den Winkeln zwischen den benachbarten Papillen) orangegelb färben. Durch all dies scheint mir genügend festgestellt zu sein, daß die Tröpfchen aus einem bei gewöhnlicher Lufttempe-

ratur dünnflüssigen Fett, also aus einem fetten Öl bestehen.¹⁾

Die bisher geschilderte Beschaffenheit der Papillen zeigt sich im Augenblicke des Öffnens der Spatha und bleibt so lange erhalten, bis die Spatha deutlich zu welken beginnt. Dies tritt erst einige Tage nach dem Aufspringen der Antheren ein.

b) Die Epidermis der Innenfläche des Spatha-Halses.

Die Innenfläche des engsten Teiles am Grunde des entfalten Spatha-Oberteiles unterscheidet sich in keinem wesentlichen Punkte von jener der unmittelbar darüber befindlichen Spatha-Fläche. Alle Zellen haben polygonalen Grundriß, schließen seitlich lückenlos aneinander und tragen eine gegen die Blattbasis gerichtete Papille, welche die auf der Helmmitte vorhandenen Papillen an Länge bedeutend übertrifft. Auch hier zeigen die Epidermiszellen an ihrer Oberfläche jene Öltröpfchen, die ich vorhin beschrieben habe. Der Zellsaft ist satt weinrot wie auf der ganzen Innenfläche des helmförmigen Abschnittes.

c) Die Epidermis der Innenfläche des Spatha-Unterteiles.

Das Gewölbe des Kessels ist, wie schon erwähnt wurde, schwarzpurpurn gefärbt und schließt sich hinsichtlich der Beschaffenheit der Papillen an die darüber befindliche Spatha-Fläche (Hals) an. Hier erreichen diese mit etwa 0,1 mm ihre größte Länge (Fig. 66 A, B). Je mehr gegen die Mitte des Kessels hin der rote Zellsaft an Konzentration abnimmt, desto mehr vermindert sich auch die Länge der Papillen. Die farblosen Epidermiszellen der mittleren Region sind nur mehr schwach vorgewölbt und in der unteren Region sind sie fast eben.

Die Epidermis der oberen Kesselhälfte zeigt sowohl im dunkelroten als auch im mehr weißen Teil eine Besonderheit, die sie von allen übrigen Teilen der Spatha-Oberfläche unterscheidet: die Epidermiszellen schließen hier seitlich nicht lückenlos aneinander, sondern sie lassen an den Längskanten interzellulare Kanäle frei, die man kurz als *Epidermislücken* bezeichnen kann (Fig. 66 C, D). Solche Epidermislücken habe ich auch bei *A. maculatum* und *A. italicum* nachgewiesen, bei welchen sie eine noch stärkere Durchlöcherung der Kesselinnenfläche bewirken. Auffallend ist, daß bei den eben genannten *Aran*-Arten die stärkste Ausbildung der Epidermislücken sich unmittelbar unterhalb des Spatha-Halses zeigt, während sich dort bei *A. nigrum* nur mehr kleinere Epidermislücken befinden. (Hierzu die folgende Tabelle.)

¹⁾ Über das Vorkommen von fettem Öl auf der Oberfläche von Epidermiszellen vgl. Knoll, Fr., *Fettes Öl auf den Blütenepidermen der Cypripedilineae*, Österr. botan. Zeitschr., Jahrg. 1922, S. 120 bis 129.

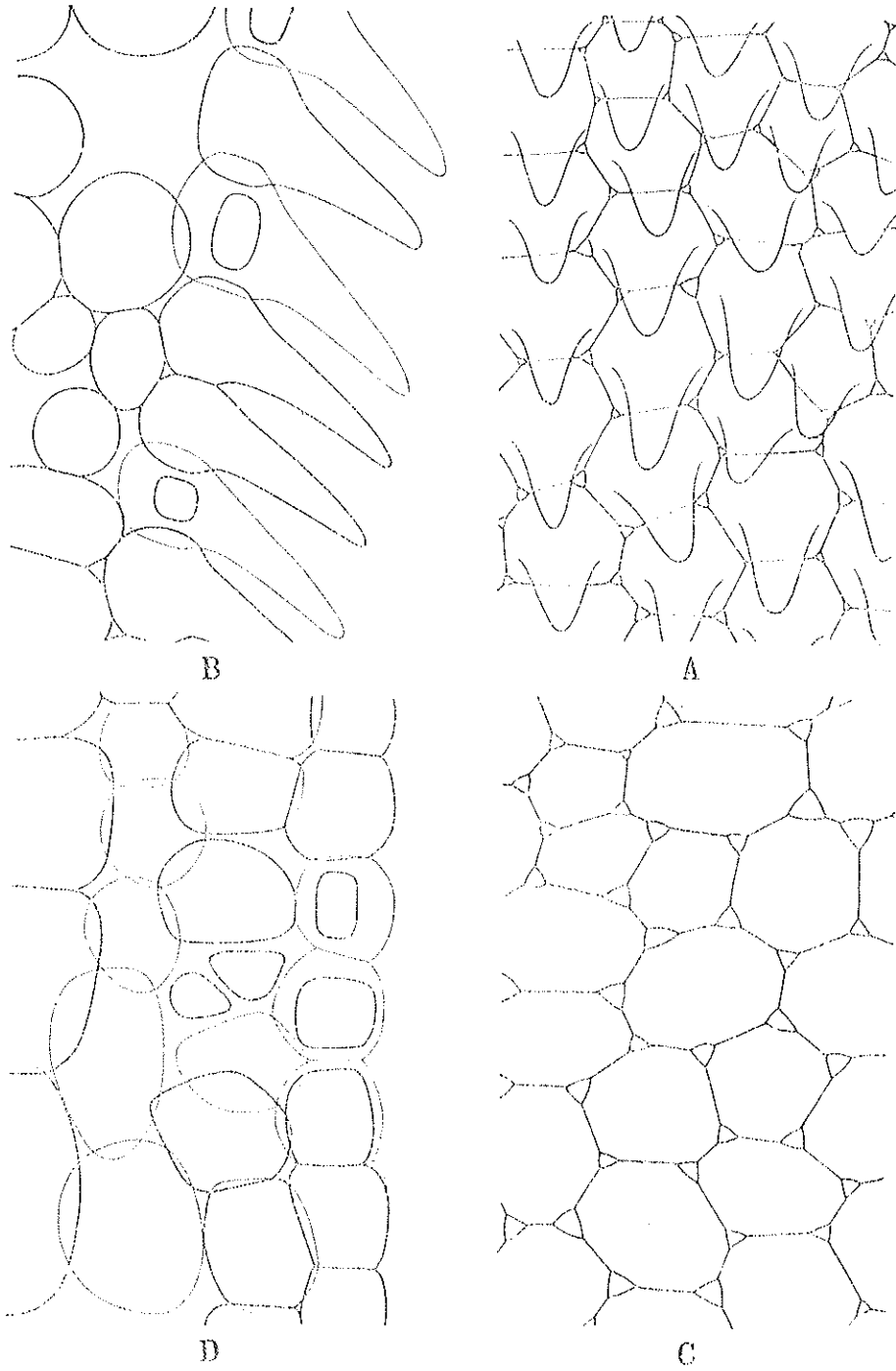


Fig. 66. Epidermis der Kesselinnenfläche (morphologische Oberseite des Spatha-Unterteiles).

A, B Oberransicht und Längsschnitt der Epidermis im oberen roten Teil (papillöse Lakenepidermis), C, D im unteren weißen Teile (nicht papillöse Lakenepidermis). Art der Darstellung wie in Fig. 64. -- (20% der nat. Größe.)

Es betragen die Querschnittsflächen der Lücken (also die in der Flächenansicht der Epidermis sichtbaren Lochflächen) bei je zwei Messungen für jede Kesselregion in Prozenten der gesamten Fläche:

Epidermislücken	bei <i>A. maculatum</i>	bei <i>A. italicum</i>	bei <i>A. nigrum</i>
in der obersten Region des Kessels, knapp unter dem Spatha-Hals	17 17	17 17 ¹⁾	1 3
in der mittleren Region des Kessels	4 5	7 9	9 6
in der unteren Region, wo noch Lücken sichtbar waren	3 3	2 3	3 3

Diese Epidermislücken schließen unmittelbar an die unter der Epidermis liegenden Interzellulargänge an, so daß sie — gerade so wie sonst die Spaltöffnungen — Tore des Durchlüftungssystems darstellen, wobei aber ihre Öffnungsweite nicht veränderlich ist. Diese Zusammenhänge sind in dem Längsschnitte der Fig. 66 D zur Anschauung gebracht. Da Spaltöffnungen auf der Innenfläche des Kessels nur ausnahmsweise und in geringfügiger Zahl vorkommen, dürfte sich diese Einrichtung in den Dienst der Durchlüftung des Kesselhohlraumes stellen. Doch wird man ihr in dieser Hinsicht keine allzu große Leistungsfähigkeit zumuten dürfen, da sich die Lücken im oberen Teile des Kessels befinden, während die durch Anreicherung mit Kohlensäure (Atmung des Blütenkolbens) beschwerte Luft ihren Ausweg unten finden sollte. Übrigens schließen ja auch die Hüllblattränder in der Kesselregion nicht so fest aneinander, als daß nicht noch dazwischen genügend Luft hindurchströmen könnte.²⁾

Gerade so, wie die Größe der Epidermispapillen innerhalb des Kessels von oben her gegen die Mitte zu rasch abnimmt, so daß im unteren Teil, also in der weißen Region, überhaupt keine Papillen mehr sichtbar sind, so nehmen in gleichem Maße auch die Ausscheidungen von Öltröpfchen mit der Größe der Papillen ab. Die weiße untere Zone der Kesselinnenfläche besitzt demnach keine Papillen und auch keinen Ölüberzug.

¹⁾ Die genaue Übereinstimmung aller vier Messungsergebnisse in der obersten Region des Kessels von *A. maculatum* und *A. italicum* ist natürlich nur als Zufall zu bewerten.

²⁾ Vgl. hierzu auch Knoll, Fr., Über die Lückenepidermis der *Arum-Spatha*. (Öster. botan. Zeitschr., Jahrg. 1923, S. 246 bis 254.)

2. Die Blüten.

Wie bei allen anderen *Arum*-Arten sind die Blüten von *A. nigrum* nicht zwittrig, sondern eingeschlechtig, sehr vereinfacht und, in zwei Gruppen gleichen Geschlechtes vereinigt, innerhalb des Kessels an einem Blütenkolben (Spadix) angebracht (Fig. 63, 67).

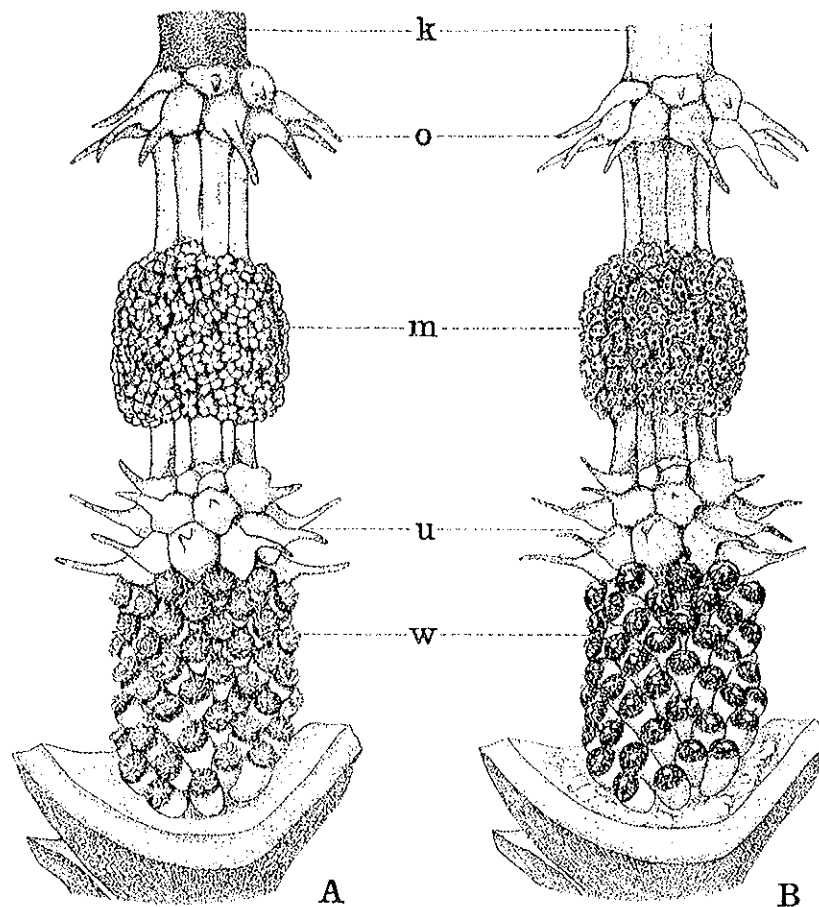


Fig. 67. Der Blütenstand von *Arum nigrum* am 1. und am 2. Tage nach dem Aufrollen des Spatha-Oberteiles.

A Zustand des 1. Tages: Narben empfängnisfähig, Hindernisorgane glänzend, Antheren geschlossen; B Zustand des 2. Tages: Narbenbaare verschmüpft, Hindernisse matt, Antheren geöffnet und der Pollen größtenteils auf den Kesselboden herabgefallen. *w* weiblicher, *m* männlicher Abschnitt des Blütenstandes, *u* unteres, *o* oberes Hindernis, *k* unterster Abschnitt des Keulenstiemes. — (Annähernd $\frac{2}{3}$ der nat. Größe.)

Zunächst an dem Kolben stehen in spiraliger Anordnung die weiblichen Blüten. Sie sind hüllenlos und bestehen aus je einem einzigen Fruchtknoten, der nur einige wenige Samenanlagen enthält. Rudimente von Staubblättern sind nicht vorhanden. Die Zahl der weiblichen

Blüten schwankte bei den von mir untersuchten Exemplaren zwischen 73 und 103, je nach dem Alter und dem Ernährungszustande der Pflanze.

An die weiblichen Blüten schließen sich nach oben zu bauchige Gebilde an, von denen die unteren in einen langen borstenförmigen Fortsatz auslaufen. Sie werden als sterile Blütheile aufgefaßt, die aber nach meiner Meinung nur aus männlichen Blüten hervorgegangen sind. Ich will sie mit Rücksicht auf ihre Funktion als Hindernisorgane, in ihrer Gesamtheit als unteres Hindernis bezeichnen (Fig. 67 n und Fig. 69 F).

Über diesem Hindernis stehen dicht aneinandergedrängt zahlreiche Staubblätter (Fig. 67 m). Die Zahl dieser Staubblätter schwankte bei den von mir untersuchten Blütenständen zwischen 171 und 213. Die Antheren besitzen meist vier Pollensäcke. Wenn man mit Adolf Engler annimmt, daß zu jeder männlichen *Aron*-Blüte zwei bis vier Staubgefäße gehören, so würde sich dieses Staubblattgedränge aus höchstens (rund) 50 Blüten zusammensetzen, deren einzelne Abgrenzungen sich aber nicht mehr nachweisen lassen. Gerade so, wie die untere weibliche Region des Blütenstandes praktisch zu einer einzigen großen weiblichen Blüte mit apokarpem Gynaceum umgestaltet ist, entstand hier aus der Gesamtheit der reduzierten hüllenlosen männlichen Blüten eine große männliche Blüte höherer Ordnung.

An die Staubgefäßregion schließt sich mit scharfer Grenze zunächst ein wenig gegliedertes oder ganz ungegliedertes glattes Zwischenstück an, das nach oben zu mit Hindernisorganen (Fig. 67 o), ähnlich denen über den weiblichen Blüten, abschließt. Auch dieses obere Hindernis ist morphologisch als ein Umwandlungsprodukt männlicher Blüten aufzufassen.

Nach oben zu setzt sich der Blütenkolben in ein drehrundes, stielförmiges Stück (Fig. 67 k) fort, das mit einer walzenförmigen Kugel endet (Fig. 63). Auch dieses Anhanggebilde (Appendix) ist aller Wahrscheinlichkeit nach durch Umbildung aus einem Teile des männlichen Blütenstandes hervorgegangen.

Nach dieser kurzen Übersicht müssen wir uns noch eingehender mit den weiblichen und männlichen Blüten beschäftigen. Wenn sich das Hüllblatt eines Blütenstandes eben erst in der vorhergehenden Nacht geöffnet hatte, sehen wir die weiblichen Blüten schon in jenem Zustande, der bereit ist, mit ausgebreiteten Narbenaaren den herbeigebrachten Blütenstaub in Empfang zu nehmen (Fig. 67 A). Da die Staubgefäße an diesem Tage noch geschlossen sind, ist der Blütenkolben als protogynisch, der zuerst eintretende Zustand des Kolbens als weiblicher Zustand zu bezeichnen. Über Nacht vertrocknen die Narbenaare, dafür öffnen sich aber die Antherenfächer und streuen den Blütenstaub aus, der nun über die unteren Hindernisorgane und die weiblichen Blüten in den Kesselgrund hinabfällt, wo er sich dann ansammelt

(Fig. 67 B). Dieser Zustand des Blütenkolbens wäre als männlicher zu bezeichnen. Während der früher erwähnte weibliche Zustand weniger als 24 Stunden anhält, ist der darauf folgende männliche Zustand von längerer Dauer. Davon kommen aber, wie später gezeigt werden soll, in ökologischer Hinsicht nur die ersten Stunden wesentlich in Betracht. Bei einer Beschreibung des Zustandes der Blüten müssen wir also genau zwischen dem ersten und dem zweiten Tage der Anthese, von dem Aufrollen der Spatha an gerechnet, unterscheiden. In den nun folgenden Auseinandersetzungen will ich diese beiden Zustände kurz als „erster Tag“ und als „zweiter Tag“ bezeichnen.

a) Die Fruchtknoten.

Die einzelnen Fruchtknoten, welche als solche die weiblichen Blüten darstellen, sind ungestielt und von eiförmiger Gestalt, im Durchschnitt 3 mm lang und 1,5 mm dick, ohne besonders großen Schwankungen unterworfen zu sein. Sie tragen keinen Griffel und besitzen auch keine eigentliche Narbe. Die Stelle der Narbe vertreten am ersten Tage lange, mehrzellige Haare (Fig. 68 A, B), welche aus dem oberen Teil des Fruchtknotens (der in der Funktion dem Griffel entspricht) herauskommen und sich dort strahlenförmig ausbreiten. Ich will diese Haare ihrer Funktion gemäß als Narbenhaare bezeichnen. Von solchen Haaren ist nicht nur der den oberen Teil des Fruchtknotens durchziehende Kanal, sondern auch die Plazenta im Innern des Fruchtknotens dicht bedeckt. Sie sondern einen Schleim ab, der die ganze Fruchtknotenöhle ausfüllt und die darin befindlichen Samenanlagen umgibt. Dieser Schleim ist das Bett, in welchem die Pollenschläuche zur Mikropyle vordringen. Infolge der Flüssigkeit, welche die Narbenhaare ausscheiden, kleben diese vielfach seitlich aneinander, so daß die an sich gleichmäßig verteilten Haare sich nachträglich zu unregelmäßigen Gruppen zusammenschließen. An seiner Außenseite ist der Fruchtknoten grün, mit Ausnahme der obersten Region unmittelbar neben den Narbenhaaren, wo der purpurrote Zellsaft der etwas papillösen Epidermiszellen eine rötliche (dunkle) Färbung hervorruft. Die Epidermis des grünen Teiles ist glatt, mit Spaltöffnungen versehen und zeigt keine irgendwie bemerkenswerten Eigenschaften. Die erwähnten Narbenhaare sind schon vollständig ausgebildet, wenn sich die Spatha gerade öffnet. Tagsüber sind sie feucht und glitzern, wenn man direktes Sonnenlicht darauf fallen läßt. In der folgenden Nacht gehen sie zugrunde, die Flüssigkeit am Eingange zum Fruchtknotenkanal vertrocknet und die dunkelrote Färbung der benachbarten Epidermiszellen nimmt zu. Da die Narbenhaare und die von ihnen ausgeschiedene Flüssigkeit bereits verschwunden sind, wenn die Staubgefäße ihren Pollen entleeren, vermag die Pflanze nicht, sich selbst zu befruchten. Sie ist also ausschließlich auf fremde Bestäubung angewiesen.

Der zweite Tag zeigt uns die weiblichen Blüten in jenem eben beschriebenen Zustande, der während der vorausgegangenen Nacht eingetreten ist (Fig. 68 C). Auf den baarfrei gewordenen Fruchtknoten liegen Häufchen gelben Blütenstaubes, der auch auf dem Kesselboden in dichten Massen aufgeschichtet ist (Fig. 67 B). Falls am ersten Tage Fremdbestäubung stattgefunden hat, schwellen nun nach und nach die

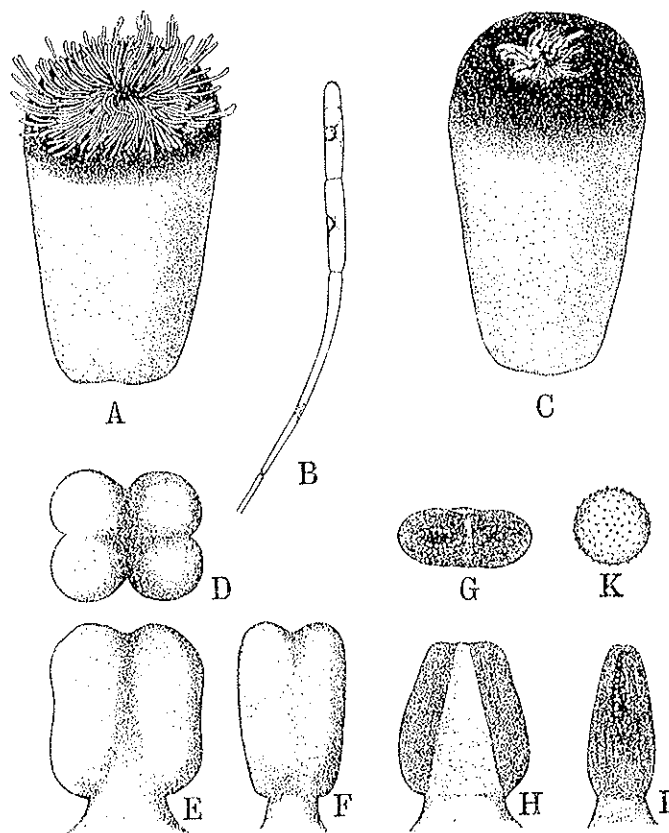


Fig. 68. Weibliche und männliche Blüten von *Arum nigrum*.

A weibliche Blüte am 1. Tag der Anthese, B ein einzelnes Narbenhaar einer solchen Blüte, C weibliche Blüte am 2. Tage; D Oberansicht, E Flächenaussicht, F Seitenansicht eines noch geschlossenen Staubblattes im Zustande des 1. Tages, G, H, I die entsprechenden Ansichten eines geöffneten (entleerten) Staubblattes vom 2. Tage. In G und I sind die noch anhaftenden Pollenkörner sichtbar. K ein einzelnes Pollenkorn stärker vergrößert. (H = $\frac{1}{100}$, K = $\frac{1}{200}$, die übrigen Abbildungen $\frac{1}{20}$ der nat. Größe.)

Fruchtknoten an, wobei deren purpurrote Färbung an ihren oberen Enden zunächst beträchtlich zunimmt.

Die Fruchtknoten enthalten an beiden Tagen der Anthese reichlich Stärke. Diese befindet sich in größerer Menge in den Parenchymzellagen unmittelbar unter der Epidermis. Gegen die Fruchtknotenöhle zu nimmt ebenso wie gegen die Fruchtknotenbasis der

Stärkegehalt der Zellen ab. Die Epidermis ist dagegen größtenteils stärkefrei, und zwar an beiden Tagen der Anthese. Nur im oberen Teile des Fruchtknotens fand ich geringfügige Mengen von Stärke (winzige Stärkekörnchen) in den Epidermiszellen.

b) Die Staubgefäße.

Der erste Tag zeigt uns die Staubgefäße in geschlossenem Zustande (Fig. 68 D, E, F). Sie haben kurze, gedrungene Filamente und stehen so dicht nebeneinander, daß sich die Antheren infolge Raummangels gegenseitig abplatten, was besonders dann zum Ausdruck kommt, wenn man die Gesamtheit der noch geschlossenen Staubgefäße von ihren Enden her betrachtet (Fig. 67 A m). Die Farbe der Antheren ist ein trübes Rötlichgelb, die der Filamente schwefelgelb. Die Epidermiszellen der Staubbeutel besitzen glatte, ein wenig vorgewölbte Außenwände von polygonalem Umriß, ähnlich denen der Hindernisorgane. Infolge Wasserverlustes, den die Gewebe der Staubbeutel während der ersten Nacht erleiden, öffnen sich die Staubfächer noch vor Mitternacht (manchmal schon um 10 Uhr abends), und die sich zusammenziehenden Staubfächer drücken nun nach und nach aus ihrer Öffnung den pulverigen Blütenstaub hervor, der dann die ganze Nacht hindurch sozusagen wie ein feiner Regen in den Grund des Kessels hinabfällt. Der Pollen selbst hat eine feinkörnige, etwas eingefettete Oberfläche (Fig. 68 K), so daß er leicht an den verschiedenen Körperteilen der allenfalls im Kessel vorhandenen Insekten hängen bleibt und so in die Kessel anderer Blütenstände verschleppt werden kann.

Am zweiten Tage sehen wir demnach die Staubgefäße in gänzlich veränderter Gestalt (Fig. 68 G, H, I). Sie sind schmaler geworden und dadurch die Zwischenräume zwischen den benachbarten Staubbeuteln größer (Fig. 67 B m). Aus den beiden Löchern, die nun an jedem Staubgefäß sichtbar sind, ist der größte Teil des Pollens herausgefallen, doch hängt noch viel davon an der Außenseite der Staubbeutel. Viel Pollen bemerkt man auch an den unteren Hindernisorganen und auf den Fruchtknoten, wo er in verschiedenen großen Häufchen liegt (Fig. 67 B w). Die Hauptmasse befindet sich aber, wie schon erwähnt, in einer dichten Anhäufung am Grunde des Kessels (Fig. 67 B).

Besonders bemerkenswert ist der Stärkeumsatz in den Staubblättern. Am ersten Tage sind die Epidermiszellen der Staubbeutel ganz mit Stärke vollgepfropft und auch in den Zellen der unter ihr liegenden „Faserschicht“ sehen wir reichlich Stärke gespeichert. In der Nacht, welche dem ersten Tage folgt, wird nun der ganze große Stärkevorrat der Staubblätter verbrannt, so daß am zweiten Tage die Epidermis und die Faserschicht stärkefrei sind. Unterdessen reifen auch die Antheren, ihre Wandzellen sterben nach und nach ab und im Zusammenhang mit diesen Vorgängen wird der Blütenstaub aus den Staubfächern entleert.

Annähernd gleich
tern wird von
den Hindernisorganen

3. Die Hindernisorgane

Nach oben
unten schließen
männlichen
Blütenkolbens
Hindernisse
Staubgefäßen
den Teile (Zwischenräume)
sind mehr oder
allenfalls von
rinnen durchzog
stehenden dage
dere Hindernis
birnförmiger Ge
det und mit lang
versehen (Fig.
Fig. 69). Die Za
Gruppe vereinigt
langen Fortsat
ten Hindernisorganen
beträchtlich. In
soweit ich
nahm, beim un
nis zwischen
oberen zwische
wobei aber au
gangsformen
fortsatz vorhan
nen¹⁾ (Fig. 69)

Gerade so
Blüten müssen
den Hindernisse
des ersten T

¹⁾ Gewöhnlich die unteren als in Gebilde auch als von Hildebrand S. 589.) — Diese dem in Fig. 69 E gebildete Star

lagegen größ-
der Anthese. Nur
gige Mengen von
en.

eschlossenem Zu-
ne Filamente und
en infolge Raum-
zum Ausdruck
nen Staubgefäße
be der Antheren
gelb. Die Epi-
nig vorgewölbte
der Hindernis-
Staubbeutel wäh-
fächer noch vor
die sich zusam-
us ihrer Öffnung
Nacht hindurch
s hinabfällt. Der
fläche (Fig. 68 K).
er allenfalls im
Kessel anderer

äße in gänzlich
geworden und
n Staubbeutel
n jedem Staub-
sgefallen. docis
el. Viel Pollen
auf den Frucht-
. 67 B w). Die
er dichten An-

in den Staub-
aubbeutel ganz
e ihr liegenden
In der Nacht,
e Stärkevorrat
Epidermis und
die Antheren,
ammenhang mit
hern entleert.

Annähernd gleichzeitig mit der Umsetzung der Stärke in den Staubblättern wird von den Blütenständen die Verbrennung der Stärke auch in den Hindernisorganen und in der Keule durchgeführt.

3. Die Hindernisorgane.

Nach oben und nach unten schließen sich an den männlichen Abschnitt des Blütenkolbens die beiden Hindernisse an. Die den Staubgefäßen zunächstliegenden Teile (Zwischenstücke) sind mehr oder weniger flach, allenfalls von einigen Längsrinnen durchzogen, die fernerstehenden dagegen als besondere Hindernisorgane von birnförmiger Gestalt ausgebildet und mit langen Fortsätzen versehen (Fig. 67 u, o und Fig. 69). Die Zahl der in einer Gruppe vereinigten, mit einem langen Fortsatz ausgestatteten Hindernisorgane schwankt beträchtlich. Ich fand ihrer, soweit ich Zählungen vornahm, beim unteren Hindernis zwischen 9 und 17, beim oberen zwischen 12 und 27, wobei aber auch noch Übergangsformen ohne Borstenfortsatz vorhanden sein können¹⁾ (Fig. 69 C, D).

Gerade so wie bei den Blüten müssen wir auch bei den Hindernissen die Zustände des ersten Tages und des

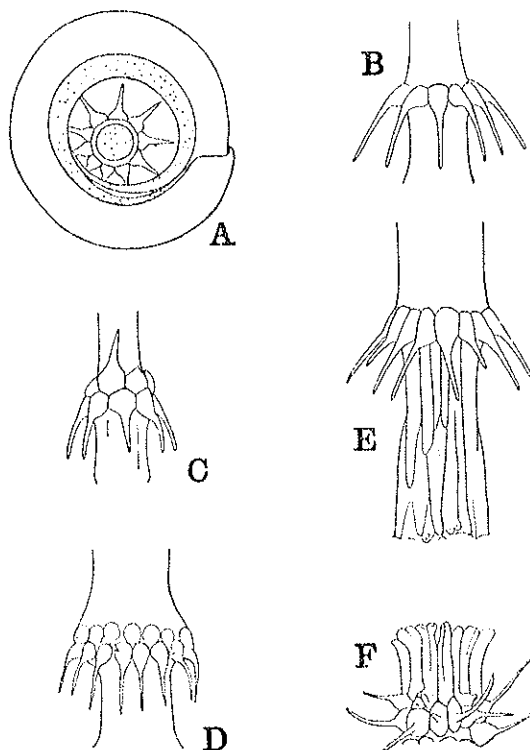


Fig. 69. Verschiedene Ausbildung der Hindernisorgane des Blütenstandes.

A Anblick der oberen Hindernisorgane an einem Blütenstande, dessen Spatha und Keulenstiel in der Höhe des Spatha-Halses quer durchgeschnitten und weggenommen wurde, Blick in den Kesseleingang. B ein einfacher Ring von Hindernisorganen als oberes Hindernis, C ein doppelter Ring von oberen Hindernisorganen, deren Spitzen z. T. nach oben, z. T. nach unten gerichtet sind. D zweireihige Ausbildung des oberen Hindernisses, wobei die obere Reihe nur ganz kurze Fortsätze besitzt. E, F oberes und unteres Hindernis eines und desselben Blütenstandes, an den dazugehörigen Zwischenstücken sehr schöne Übergangsformen von den Hindernisorganen zu den zwischen E und F gelegenen, aber nicht eingezeichneten Staubblättern. — (1/2, der nat. Größe)

¹⁾ Gewöhnlich werden die oberen Hindernisorgane als umgebildete Staubblätter, die unteren als umgebildete Fruchtblätter aufgefaßt. Dementsprechend hat man diese Gebilde auch als „Parastemonen“ und als „Parakarpidien“ bezeichnet. (Vgl. das Referat von Hildebrand über die Untersuchungen Delpinos in der Botan. Zeitung 1870, S. 589.) — Dieser Auffassung kam ich mich nicht anschließen, da ich (entsprechend dem in Fig. 69 E, F wiedergegebenen Fall) beiderlei Hindernisorgane als umgebildete Staubblätter (Staminodien) betrachten muß. Für meine Auffassung

zweiten Tages voneinander halten. Am ersten Tag ist die Oberfläche des Hindernisorganes fast spiegelnd glatt, mit Ausnahme verschiedener kleiner Runzeln, die aber ebenfalls, bei schwacher Vergrößerung betrachtet, glänzen. Die ganze Oberfläche ist von einer geschlossenen Epidermis aus polygonalen Zellen bedeckt (Fig. 70 A), welche dicht mit Stärkekörnchen angefüllt sind. Das Gewebe unter der Epidermis besteht mit Ausnahme der darin vorhandenen Leitbündel ebenfalls aus poly-

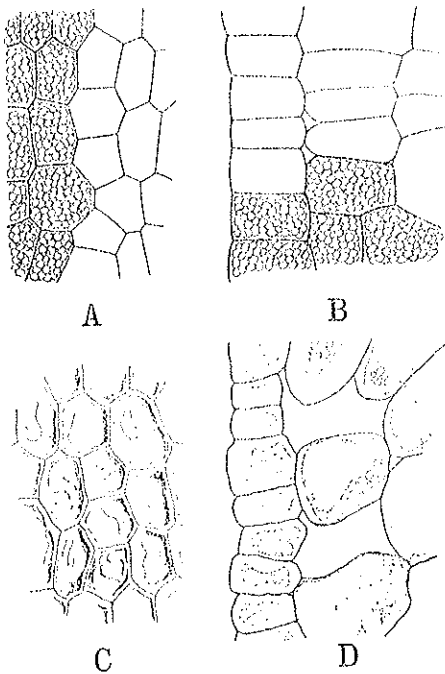


Fig. 70. Epidermis der Hindernisorgane an den beiden ersten Tagen der Anthese.

A Flächenansicht, B Längsschnitt der Epidermis von einem der unteren Hindernisorgane am 1. Tag, mit zahlreichen Stärkekörnern in den Zellen, C und D die entsprechenden Schnitte vom 2. Tag, an welchem diese Epidermiszellen bereits abgestorben sind und die Epidermisoberfläche schon geranzelt ist. Die Stärke größtenteils verschwunden. — ($\frac{200}{1}$ der nat. Größe.)

gonalen stärkeerfüllten Zellen mit gelben Chromatophoren (Fig. 70 B). An Längsschnitten durch die Epidermis (Fig. 70 B) sieht man, daß die Außenwände der Epidermiszellen dünn und flach sind und fugelos aneinanderstoßen. Betrachtet man die Oberfläche der Epidermis bei starker Vergrößerung ohne Deckglas, so kann man auf ihr zahlreiche kleine Öltröpfchen feststellen, welche in lockerer Anordnung auf den Außenwänden der Epidermis liegen (Fig. 65 E). Auch von diesen Tröpfchen kann man Abklatschpräparate machen, wenn auch etwas schwieriger, und an ihnen die chemische Natur der Substanz untersuchen. Man findet dabei die volle Übereinstimmung mit den Öltröpfchen der Spatha-Papillen.

Am zweiten Tage bemerkt man meist schon morgens, daß die Oberfläche der Hindernisse auffallend matt geworden ist (Fig. 67 B). Sonst sieht man zunächst keine Veränderung, auch kein Erschlaffen der Borsten, welche den birnförmigen Basalteilen der Hindernisorgane aufsitzen. Betrachtet man eine solche matt gewordene Epidermis bei passen-

spricht auch der Umstand, daß die Epidermiszellen der fertilen Staubblätter, ebenso wie die Epidermis beider Hindernisorgane am 1. Tag mit Stärke vollgepfropft ist, die in der darauffolgenden Nacht verbrannt wird, so daß wir am 2. Tage in keiner dieser Epidermen nennenswerte Mengen von Stärke finden. Die Epidermis des Fruchtknotens ist dagegen auch am 1. Tage (bis auf Spuren im oberen Abschnitt des Fruchtknotens) stärkefrei.

der Vergrößerung, dann ist die Mitte eines eingesenkten Nadelspitzen feststellen, man, daß die liegenden P. Stärkegehalt ist dabei zu die man in A einen Teil d dungen, wie verlustes un immer weite der oberfläche gegenseitige Nadel nun e unterreißen Borsten der leicht hin u Die el Weise bei d gar nicht g

Der ol hängsel (A) keulenförmig (Siel) schwa und bewegt Länge des t Folge hat, t Spatha hera Seitenränder recht (Fig. t vorgeneigt t des Keulens

Die K Blütenkolbe lich der Bes zweiten Tag Am M von der Spa

die Oberfläche
e verschiedener
ergrößerung be-
schlossenen Epi-
leche dicht mit
idermis besteht
falls aus poly-
lten Zellen mit
oren (Fig. 70B).
durch die Epi-
sicht man, daß
ler Epidermis-
lach sind und
erstoßen. Be-
Oberfläche der
ker Vergröße-
s, so kann man
che kleine
stellen, wel-
nordnung auf
der Epidermis
Auch von die-
am man Ab-
machen, wenn
iger, und an
e Natur der
n. Man findet
reinstimmung
der Spatha-

Tage bemerkt
gens, daß die
ernisse auffal-
st (Fig. 67B).
nächst keine
ein Erschlaf-
dernisorgane
is bei passen-

blätter, ebenso
pfpopt ist, die
a keiner dieser
Fruchtknotens
Fruchtknotens)

der Vergrößerung ohne Deckglas und ohne Wasserzusatz von der Fläche her, dann sieht man, daß die Außenwände der einzelnen Zellen in ihrer Mitte eingesunken sind, so daß jede Außenwand nunmehr eine runzelige Mulde bildet (Fig. 70C). Bei der unter dem Mikroskop mit einer feinen Nadelspitze durchgeführten Berührung einer solchen Epidermis kann man feststellen, daß die Zellen weich geworden sind. An Längsschnitten sieht man, daß die Plasmakörper der Epidermiszellen und jene des darunterliegenden Parenchym sich von der Wand losgelöst und ihren früheren Stärkegehalt bis auf spärliche Reste verloren haben (Fig. 70D). Doch ist dabei zu berücksichtigen, daß die Zellen an solchen Längsschnitten, die man in Wasser untersucht, infolge der eingetretenen Wasseraufnahme einen Teil der Verbiegungen ihrer Zellwände, welche die Runzelung bedingen, wieder rückgängig gemacht haben. Dieser Prozeß des Stärkeverlustes und des Absterbens der Zellen schreitet von der Epidermis her immer weiter gegen innen zu fort. Überdies geben die einzelnen Zellen der oberflächlich gelegenen Gewebeteile vielfach ihren ursprünglichen gegenseitigen Zusammenhang auf, so daß man durch Kratzen mit einer Nadel nun die schlaffgewordene Epidermis oft in großen Stücken herunterreißen kann. Nach einigen Tagen sind dann die früher sehr spröden Borsten der Hinderisorgane so schlaff geworden, daß man ihre Enden leicht hin und her biegen kann, ohne daß sie abbrechen.

Die eben geschilderten Zustände und Vorgänge sind in gleicher Weise bei den birnförmigen Hinderisorganen wie bei den wenig oder gar nicht gegliederten flachen Zwischenstücken zu sehen.

4. Die Keule.

Den oberen Abschnitt des Blütenkolbens bildet ein drehrundes Anhängsel (Appendix), welches aus einem schlanken Stiel und einem keulenförmigen Körper besteht (Fig. 63). Die Länge der Keule (ohne Stiel) schwankt je nach der Größe des Blütenstandes von 36 bis 95 mm und bewegt sich im Mittel um 50 mm. Auch das Verhältnis zwischen der Länge des Stiels und der des Keulenkörpers ist veränderlich, was zur Folge hat, daß bald die Keule verhältnismäßig weit aus dem Helm der Spatha herausseht (Fig. 62A), bald aber zum Teil von dessen unteren Seitenrändern verdeckt wird (Fig. 62C). Oft steht der Keulenschaft fast aufrecht (Fig. 63), in anderen Fällen ist er stark gegen den Spatha-Eingang vorgeneigt (Fig. 62B). Aber in allen Fällen ist eine deutliche Krümmung des Keulenschafts gegen den Spatha-Eingang hin vorhanden.

Die Keule und ihr Stiel folgt den Veränderungen, welchen der Blütenkolben während seiner Blütezeit unterworfen ist. Auch hinsichtlich der Beschaffenheit des Anhängsels muß somit der erste Tag von dem zweiten Tag wohl unterschieden werden.

Am Morgen des ersten Tages hat die Keule, nachdem sie von der Spatha freigegeben wurde, eine samtartig ausschende Oberfläche.

Ihre Farbe ist bei den einzelnen Individuen oft recht verschieden. Häufig sieht man Keulen, die hellpurpurn sind, und auch solche, die in der Farbe mit dem Schwarzpurpur der Spatha annähernd übereinstimmen, oft aber auch Keulen von mehr olivgrüner bis erbsengrüner Färbung. Auch sah ich Keulen, die schon am ersten Tage dunkel gelblichgrau waren. Wir haben hier Mischfarben vor uns, die sich in verschiedenem Ausmaß aus der dunkelpurpurnen bis violetten Färbung der Epidermis und der gelben Farbe der darunterliegenden Gewebeschichten zusammensetzen.

Der anatomische Bau der Keule weicht zum Teil von der des Keulens Stiels beträchtlich ab. Sowohl die Keule als auch ihr Stiel sind von einer papillösen Epidermis bedeckt, deren Zellsaft intensiv weinrot bis blauviolett gefärbt ist. Die mit zitronenförmigen Papillen versehenen Epidermiszellen der Keule sind aber etwas kleiner als die sonst gleichgeformten des Stiels und enthalten im Gegensatz zu diesem keine Stärke. Auch besitzt die Keulenepidermis zahlreiche eingesenkte Spaltöffnungen, welche dem Keulensstiele fehlen (Fig. 71 A, B). Unter der Epidermis der Keule befindet sich ein etwa 5 mm dickes, durch Chromatophoren gelbes Speichergewebe. Dieses ist dicht mit Stärke angefüllt und von zahlreichen, mit den Schließzellen verbundenen Durchlüftungsräumen durchsetzt. Die Achse der Keule enthält ein lockeres „Mark“ mit der Länge nach verlaufenden Leitbündeln, welche zahlreiche Abzweigungen senkrecht zur Fläche der Epidermis in das Speichergewebe hineinsenden. Der Keulensstiel besteht in der Hauptmasse aus dem erwähnten Mark, das hier nur von einigen wenigen stärke-speichernden und Anthokyan enthaltenden Parenchymzellen bedeckt wird. Der Stärkegehalt der Keulensstiel-Epidermis (Fig. 71 D) tritt hinter dem des Speichergewebes zurück. Das Speichergewebe des Stiels enthält in seinen Zellen viel weniger Stärke als das gleiche Gewebe der Keule. Die Speichergewebeszellen der Keule stimmen mit jenen der Hindernisse in der Menge und in der Beschaffenheit ihres Stärkevorrates annähernd überein. Auf allen Papillen der Keule und ihres Stiels fand ich kleine Öltröpfchen ausgeschieden (Fig. 65 D), die sich wie die der anderen Teile auf Glas übertragen und chemisch eindeutig als flüssiges Fett bestimmen lassen.

Vor allem fällt uns an den Keulen des ersten Tages der durchdringende und für uns höchst unangenehme Duft auf. Neben einer zurücktretenden aromatischen Komponente erscheint er uns mit aller Deutlichkeit als kräftiger Kotgestank, der eine besondere Ähnlichkeit mit dem Geruch von Menschenkot aufweist, welcher sich schon einige Zeit im Freien befindet und dort eine Zersetzung (Gärung) durchmacht.¹⁾

¹⁾ Der sehr unangenehme Duft, welcher am ersten Blühtage vom Appendix des Blütenkolbens von *Typhonium divaricatum* (L.) Decaisne (vgl. Ann. I auf S. 389) ausgeschieden wird, ist nach meinen eigenen Erfahrungen dem von *Arium nigrum* außerordentlich ähnlich.

Alle die zahl
A. nigrum zei
sagten dies o
Keule ausges

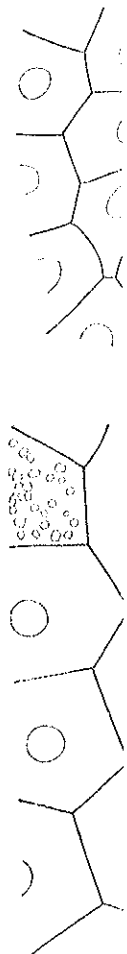


Fig.
A Flächenansicht des
Stiels, C, D Flächen
1. Tag, E al

daß ein einz
mittelgroßen
sehen ohne f
solchen Raum
beginnt in de

Alle die zahlreichen Menschen, denen ich die stinkende Keule von *A. nigrum* zeigte, hatten von dem Gestank einen solchen Eindruck und sagten dies ohne jede vorhergegangene Beeinflussung aus. Der von der Keule ausgeschiedene Duftstoff (Duftstoffgemisch) ist derartig wirksam,

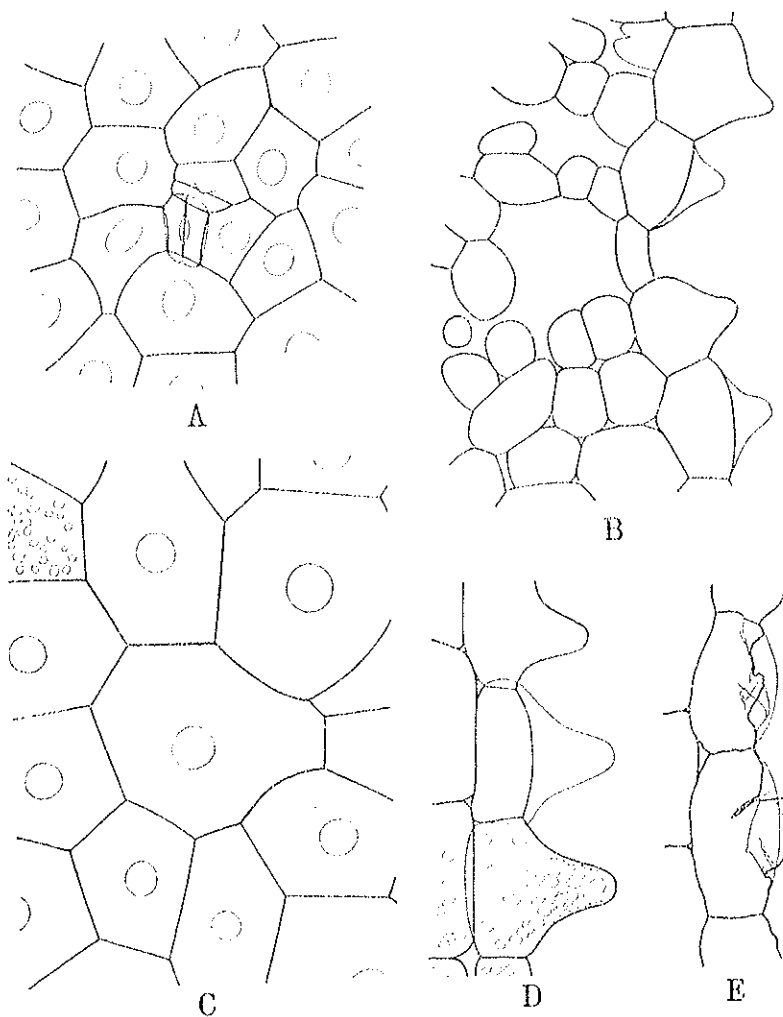


Fig. 71. Anatomie der Keule (Appendix) des Blütenstandes.

A Flächenansicht der papillösen Keulepidermis mit einer Spaltöffnung, B ein Längsschnitt durch eine solche Stelle, C, D Flächenansicht und Längsschnitt durch die papillöse, stärkehaltige Epidermis des Keulenstiels am 1. Tag, E abgestorbene Epidermis von der gleichen Stelle am 2. Tag. — (2/3 der nat. Größe.)

daß ein einziger stinkender Blütenstand die Luft eines gewöhnlichen mittelgroßen Zimmers in kurzer Zeit derartig erfüllt, daß selbst für Menschen ohne feineres Geruchsvermögen ein längerer Aufenthalt in einem solchen Räume nahezu unmöglich wird. Die Aussendung dieses Duftes beginnt in der Nacht, welche dem ersten Tage der Anthese vorausgeht,

und ist am Morgen bereits in ihrer vollen Stärke bemerkbar, während ich sie am Abend vorher noch nicht wahrnehmen konnte.

Solange die Keule den erwähnten Duft aussendet, strahlt sie auch beträchtliche Wärmemengen aus. Dies bemerkt man schon, wenn man eine noch stinkende Keule bis auf etwa $\frac{1}{2}$ cm der Wange nähert. Besonders deutlich fühlt man die Wärmeabgabe dann, wenn man die Keule an die Haut der Wange oder des Handrückens anlegt. Wie weit die dabei vorhandene Erwärmung geht, habe ich nicht geprüft, da ja diese Erscheinungen schon genügend ausführlich an anderen Aroideen untersucht wurden und sich *A. nigrum* anscheinend nicht wesentlich anders verhält als die übrigen *Arum*-Arten.¹⁾

Am Morgen des zweiten Tages ist die Keule und ihr Stiel gegenüber dem Vortage stark verändert. Die Form beider ist äußerlich gleichgeblieben, doch fällt auf, daß der Stiel ganz oder teilweise eine glatte Oberfläche bekommen hat und daß die Färbung des ganzen Anhanggebildes eine andere geworden ist. Im allgemeinen kann man sagen, daß die Färbung gewöhnlich heller wird. Ich sah in diesem Zustande Keulen von hellgelber, orangegelber, schmutziggelber oder trüb hellbrauner Farbe, manchmal auch solche, die violett waren. Im Innern der Keule und des Keulens Stiels findet man nur mehr ganz wenig Stärke, da diese größtenteils im Laufe der letzten 24 Stunden veratmet wurde. Dementsprechend hat auch die übermäßige Wärmeerzeugung nachgelassen und die Temperatur des Kolbens ist nicht mehr deutlich verschieden von jener der Umgebung. Auch hat die Duftwirkung gänzlich aufgehört. Nur sehr selten kann man auch noch am Morgen des zweiten Tages einen geringfügigen Rest des Kotgeruches wahrnehmen.

Schließlich sind noch die Veränderungen hervorzuheben, welche die Epidermis der Keule und des Keulens Stiels in der Nacht zum zweiten Tage erleidet. Die papillösen Zellen der Keulenepidermis behalten zunächst ihre Gestalt bei, so daß sie auch am Morgen des zweiten Tages noch ungesenkt erscheinen. Doch ist der Zellsaft nun heller und auch im Farbton vielfach etwas verändert. Weit auffallender verändern sich aber die papillösen Epidermiszellen des Keulens Stiels. Ich habe bereits mitgeteilt, daß diese Zellen am

¹⁾ Über die Wärmeentwicklung der Araceen-Blütenstände (und andere Wärmeerscheinungen) sind folgende Untersuchungen besonders hervorzuheben: Leick Erich, Untersuchungen über die Blütenwärme der Araceen (Greifswald 1910), Beiträge zum Wärmephänomen der Araceenblütenstände. I. u. II. Teil (Mitteilungen des naturw. Vereins für Neuvoipommern und Rügen, 45. u. 48. Jahrg., 1913 u. 1921), Die Erwärmungstypen der Araceen und ihre blütenbiologische Bedeutung (Berichte der Deutschen botan. Gesellschaft, Jahrg. 1915, Bd. XXXIII), Über Wärmeproduktion und Temperaturzustand lebender Pflanzen (Biolog. Centralblatt 1916, Bd. XXXVI); ferner: Schmucker Theod., Beiträge zur Biologie und Physiologie von *Arum maculatum* (Flora, 18. u. 19. Bd., 1925). — In diesen Arbeiten findet man zahlreiche weitere Literaturangaben.

ersten Tage z
ebenso wie di
Staubbeutel. V
in den versch
unter beträcht
dermiszellen o
und Staubbeu
zellen des Ke
die Papillen v
mäßigen flach
kyauführende
Gestalt erhalt
Epidermis-Au
in diesem Fal
rung der Epi
Wasseraufnah
worden.

In den e
die Zellen de
fläche der Ke
Tage auffallen

Der obe
Dauer der Du
tem Zusammen
blieben sind,
dem Zustand
Wasser auf, d
noch tagelang
Es scheint, d
druckes und
die Bildung d
einem solcher
angesammelte

II.

Beobac

Die Bes
Gattung auf c
dem Blütensta
ten Blütensta
wieder zu am

ersten Tage zahlreiche Stärkekörner besitzen. Sie verhalten sich darin ebenso wie die Epidermiszellen der Hindernisorgane und der (fertilen) Staubbeutel. Während nun gleichzeitig mit dem Reifen der Antheren die in den verschiedenen Teilen des Blütenkolbens aufgespeicherte Stärke unter beträchtlicher Wärmeentwicklung verbrannt wird, gehen die Epidermiszellen des Keulensoteles gerade so wie jene der Hindernisorgane und Staubbeutel zugrunde. Die Stärke verschwindet aus den Epidermiszellen des Keulensoteles, die Zellwände werden nach und nach schlaff, die Papillen verschrumpfen und die Körper der Zellen werden zu unregelmäßigen flachen Gebilden, während aber die darunter befindlichen anthokyanführenden Zellen des Speicherparenchyms zunächst noch in ihrer Gestalt erhalten bleiben. Die dabei eintretenden Formveränderungen der Epidermis-Außenwand des Keulensoteles zeigt Fig. 71 E. Doch ist auch in diesem Falle bei dem in Wasser liegenden Schnitte die Formveränderung der Epidermiszellen durch die während der Präparation erfolgte Wasseraufnahme der abgestorbenen Gebilde zum Teil wieder ausgeglichen worden.

In den darauffolgenden Tagen sieht man, daß nach und nach auch die Zellen der Keulenepidermis zugrunde gehen, wodurch die Oberfläche der Keule dann ebenfalls jenes beim Keulensziel schon am zweiten Tage auffallende glatte Aussehen bekommt.

Der oben angegebene rasche Stärkeverbrauch und die angeführte Dauer der Duftwirkung gilt nur für Blütenstände, welche in unversehrtem Zusammenhange mit der ganzen Pflanze an ihrem Standorte verblieben sind. Schneidet man einen Blütenstand am ersten Tag in stinkendem Zustand ab und stellt ihn mit der Schnittfläche seines Stieles in Wasser auf, dann kann man die Entwicklung des unangenehmen Duftes noch tagelang, zwar vermindert, aber doch recht deutlich wahrnehmen. Es scheint, daß in einem solchen Fall infolge des fehlenden Wurzeldruckes und der damit verbundenen verminderten Wasserbeförderung die Bildung der Duftstoffe langsamer vor sich geht, gerade so wie auch in einem solchen Blütenstande die in der Keule und in den Hindernissen angesammelte Stärke nur sehr langsam verbraucht wird.

II. Der Insektenfang des Blütenstandes.

1. Bestäubung und Bestäuber.

Beobachtungen am natürlichen Standorte der Pflanze.

Die Bestäubung von *A. nigrum* ist wie bei den anderen Arten der Gattung auf die Mithilfe der Insekten angewiesen. Die Tiere nähern sich dem Blütenstande, gelangen in dessen Kessel, übertragen den mitgebrachten Blütenstaub, empfangen hier neuen und tragen diesen schließlich wieder zu anderen Blütenständen der gleichen Art fort.

Da die reifen Blütenstände ihre Spatha während der Nacht aufrollen, so daß sie schon in den ersten Morgenstunden offenstehen, ist es zunächst notwendig, diese Blütenstände und das, was um sie herum vorgeht, zeitlich in der Frühe zu beobachten. Solange die Landschaft noch im Schatten liegt und dicker Tau an den Blättern hängt, bemerken wir nichts Auffallendes in der Nähe des Blütenstandes, außer dessen unangenehmen Duft, besonders wenn ihn uns ein leichter Morgenwind aus geringer Entfernung langsam entgegenträgt. Erst wenn die Sonnenstrahlen den Boden treffen und die Luft wärmer wird, kommen nach und nach fliegende Insekten verschiedenster Art. Einige von ihnen setzen sich in der Nähe des Blütenstandes auf das Gras, kriechen dort ein wenig herum, fliegen wieder auf und lassen sich knapp daneben auf einen Stein nieder. Dabei bemerken wir eine große braunhaarige Fliege (*Scatophaga stercoraria*), die stets als eine der ersten zu sehen ist, wenn irgendwo frischer Mist von Pferden oder Rindern liegt. Sie fliegt auf, umkreist in einem engen Bogen den Blütenstand, setzt sich flüchtig auf den Rand der Spatha, geht auf ihr eine kurze Strecke dahin und fliegt wieder weg. Ein dicker stahlblauer Robkäfer (*Geotrupes*) kommt plötzlich mit lautem Flügelschwirren angelogen und läßt sich neben dem Blütenstand ins Gras fallen. Mittlerweile sind verschiedene kleine Insekten angekommen, die nun in nächster Nähe des Blütenstandes auf Grashalmen, auf Blättern und auf Steinen herumsitzen, langsam hin und her gehen und dabei recht träge erscheinen. Man kann oft ihrer 50 und mehr zählen, die sich gleichzeitig in einem Umkreis von etwa 20 cm Radius an verschiedenen belebten und unbelebten Gegenständen rings um den Blütenstand aufhalten. Es zeigt sich dabei, daß diese Ansammlung verschiedener Tiere gerade nur um den Blütenstand herum stattfindet, während dessen weitere Umgebung bloß ab und zu ein Insekt erkennen läßt. Bei der Betrachtung der einzelnen Tiere können wir bald feststellen, daß die Mitglieder dieser Insektenversammlung sonst hauptsächlich auf dem Kote von Säugetieren zu finden sind. Von einem Grasblatte, das neben dem Blütenstande hervorragt, erhebt sich eine der kleinen schwarzbraunen Fliegen, eine von jenen mit den dickschenkeligen Hinterbeinen (*Sphaerocera*), die wir so häufig am Pferdemist finden, zu einem kurzen, sprungartigen Flug, setzt sich wieder nieder und fliegt schließlich auf den Blütenstand zu. Sie läßt sich auf der Außenseite des Helmes nieder, spreizt die Flügel, macht ein paar Schritte, bleibt wieder stehen, macht dann wieder ein paar Schritte, läuft dem Rande der Spatha entlang und wendet sich schließlich der Innenfläche des Helmes zu. Auf der fast schwarzen Oberfläche entzieht sie sich bei der Betrachtung aus der Ferne bald unseren Blicken. Mittlerweile haben in dem warmen Sonnenschein kleine Dungkäfer zu schwärmen begonnen. Darunter fällt besonders eine kleinere schwarze Art (*Aphodius tristis*) auf, die häufig an uns vorüberfliegt. Einer von diesen Käfern verändert plötzlich seinen bisher



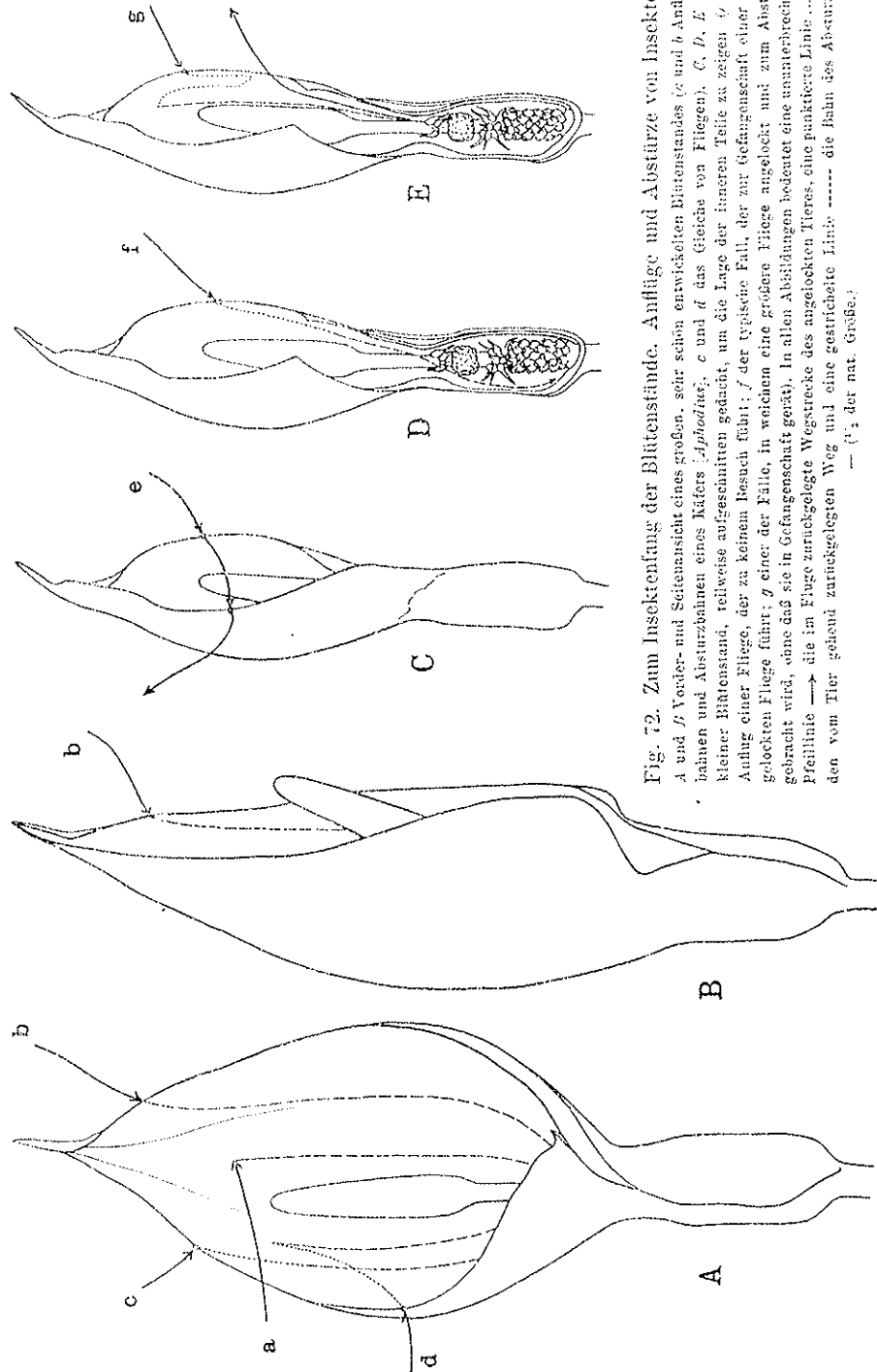


Fig. 72. Zum Insektenflug der Blütenstände. Anflüge und Abstürze von Insekten. A und B Vorder- und Seitenansicht eines großen, sehr schön entwickelten Blütenstandes (a und b Anflugbahnen und Absturzbahnen eines Käfers *Aphodius*); c und d das Gleiche von Fliegen). C, D, E ein kleiner Blütenstand, teilweise aufgeschnitten gedacht, um die Lage der inneren Teile zu zeigen (f ein Anflug einer Fliege, der zu keinem Besuch führt; f' der tyrische Fall, der zur Gefangenschaft einer angeflochtenen Fliege führt; g einer der Fälle, in welchen eine größere Fliege angeflocht und zum Absturz gebracht wird, ohne daß sie in Gefangenschaft gerät). In allen Abbildungen bedeutet eine ununterbrochene Pfeillinie → die im Flug zurückgelegte Wegstrecke des angeflochtenen Tieres, eine punktierte Linie den vom Tier gehend zurückgelegten Weg und eine gestrichelte Linie ----- die Bahn des Absturzes. — (1/2 der nat. Größe.)

der Nacht auf-
 offenstehen, ist
 das um sie herum
 die Landschaft
 hängt, bemerkten
 außer dessen un-
 Morgenwind aus
 um die Sonnen-
 kommen nach und
 von ihnen setzen
 dort ein wenig
 auf einen Stein
 ge (*Scatophaga*
 wenn irgendwo
 auf, umkreist in
 auf den Rand der
 gt wieder weg,
 lich mit lautem
 Blütenstand ins
 angekommen,
 lmen, auf Blüt-
 chen und dabei
 zählen, die sich
 verschiedenen
 Blütenstand auf-
 chiedener Tiere
 und dessen wei-
 t. Bei der Be-
 n, daß die Mit-
 auf dem Kote
 das neben dem
 schwarzbraunen
 inen (*Sphaero-*
 surzen, sprang-
 Blich auf den
 delmes nieder,
 stehen, macht
 patha entlang
 zu. Auf der
 tung aus der
 rmen Sonnen-
 er fällt beson-
 häufig an uns
 seinen bisher

gleichförmigen, ruhigen Flug, schwenkt seitlich ab, macht ein paar Schleifen um den Blütenstand und fällt knapp neben ihm ins Gras. Dann kommt ein zweiter, der die Spatha enger umkreist und so plötzlich beim Helmeingang die Flügel einzieht, daß er gerade in die Öffnung der Spatha hineinfällt. Ein dritter solcher Käfer läßt sich ebenfalls in der Nähe des Blütenstandes niederfallen, stürzt auf ein Blatt, fällt dabei auf den Rücken, dreht sich nach langen Bemühungen schließlich um, spreizt die Flügel und fliegt wieder davon. So geht es bei schönem Wetter weiter. Und nun wollen wir uns einem solchen Blütenstande nähern und nachsehen, wie es in seinem Kessel aussieht. Wir schneiden den Blütenstand an seinem Stiel ab und trennen mit einem Schnitt quer durch den Hals den Oberteil und die Keule ab, so daß wir nun an der Schnittstelle in den Kessel hineinblicken können. Wir sehen jetzt im Grunde des Kessels ein Gewimmel von kleinen Fliegen und Käfern, die sich zum Teil lebhaft bewegen, ohne aber bis zum Kesselhals emporzusteigen.

Wenn wir bei einem unversehrten Blütenstande das Benehmen der Insekten aus nächster Nähe betrachten, was leicht möglich ist, indem wir uns auf den Erdboden niederlegen oder niedersetzen, dann können wir feststellen, daß von den vielen Insekten, welche sich in die Nähe des Blütenstandes begeben, und auch von jenen, welche sich auf die Spatha niedersetzen, nur ein verhältnismäßig geringer Teil schließlich in den Kessel hineingelangt. Solche Fälle, wo die Insekten wieder davonfliegen oder neben dem Blütenstand ins Gras fallen, ohne in den Kessel zu geraten, habe ich bereits oben beschrieben. Ein weiterer Fall ist in Fig. 72 C dargestellt. Eine größere Fliege (Anthomyide, von der Größe einer kleinen *Sarcophaga*) saß zunächst etwa 10 cm entfernt von dem Blütenstand auf einem Steine. Plötzlich erhob sie sich, flog auf die Spatha zu, setzte sich an deren rechten Rand, flog in einem flachen Bogen über die Keule hinweg auf den linken Rand des Spatha-Einganges und schließlich von dort weg (Flugbahn *c* der Fig. 72 C), ohne wieder zurückzukehren. Wir stellen aber auch noch eine andere wichtige Tatsache fest: kein Insekt begibt sich gehend durch den Spatha-Hals in den Kessel hinein, sondern alle stürzen, die Trichterwand rasch hinuntergleitend, in den Hohlraum des Kessels hinab. Dabei ist es besonders merkwürdig, daß dies Geschieh nicht nur den unbeholfeneren Dungkäfern widerfährt, sondern auch den kleinen Fliegen, von denen schon wegen der besonderen Flugtüchtigkeit niemand vermuten könnte, daß sie abzustürzen vermögen, ohne sich rechtzeitig durch den Flug zu retten. Dabei haben die Fliegen auch wirklich den Trieb, jedem Sturze durch Flugbewegungen entgegenzuwirken, wovon man sich leicht überzeugen kann, wenn man eine größere Fliege beim Absturz betrachtet. Fliegen von der Größe einer Stubenfliege und darüber hinaus retten sich in den allermeisten Fällen, indem sie beim Versagen der Beine rasch die Flügel in Bewegung setzen. Fig. 72 E zeigt einen derartigen Fall. Eine solche Fliege,

die aus der
des Spatha-
fläche der S
um und kr
engen Rau-
strichelte I
in dem Au-
wegung ge-
Fälle kann
kommen. I
durch die
durchfallen
Flügel in B-
den Kopf
zeitig davo
kleine Flie
Spatha ger-
unten gek
den Kessel
die ich am
wohlgeform
(*Aphodius*
die Hinter-
(Sturzbahn
gegen den
blick über
Zwei klein
sich nieder
hinabstürz
Unzahl vo
habe aber
schematische
hervorgeh
stürzten, c
Innentlich
mehr sich
im Innern

Aus-
einige als
(Ledenice).

1. B
nen Dolin
windstill.
16 cm lang

nacht ein paar
ihm ins Gras,
und so plötzlich
die Öffnung der
ebenfalls in der
fällt dabei auf
ich um, spreizt
schönem Wetter
de nähern und
en den Blüten
quer durch den
er Schnittstelle
m Grunde des
die sich zum
orzusteigen.

Bewegungen der
sich ist, indem
dann können
h in die Nähe
sich auf die
teil schließlich
wieder davon-
in den Kessel
rer Fall ist in
von der Größe
fernt von dem
auf die Spatha
en Bogen über
es und schließ-
der zurückzu-
Tatsache fest:
in den Kessel
unterleitend,
s merkwürdig,
m widerfährt,
en der beson-
e abzustürzen

Dabei haben
Bewegungen
an, wenn man
on der Größe
n allermeisten
Flügel in Be-
solche Fliege.

die aus der Richtung *g* herangekommen war, ließ sich auf den Rand des Spatha-Oberteiles nieder und kroch zunächst langsam auf der Innenfläche der Spatha hinab (punktierte Linie . . .), wendete sich dann wieder um und kroch nach oben, bis sie plötzlich den Halt verlor und in den engen Raum zwischen Keulenschaft und Spatha hineinstürzte. (Die gestrichelte Linie . . . bezeichnet die Sturzbahn des Tieres.)

Aber in dem Augenblicke des Auffallens hatte sie schon die Flügel in Bewegung gesetzt und flog (in der Richtung des Pfeiles →) davon. Solche Fälle kann man bei längerer Beobachtung sehr viele zu Gesicht bekommen. Dabei hilft den größeren Fliegen die Enge des Kesseleinganges, durch die viele von ihnen infolge ihrer Körpergröße ohnedies nicht hindurchfallen können. Kleinere Fliegen, welche beim Absturz zu spät die Flügel in Bewegung setzten, vermögen wohl während des Ausgleitens noch den Kopf nach oben (dem Lichte zu) zu wenden, aber nicht mehr rechtzeitig davonzuliegen. Fig. 72 D zeigt einen solchen Fall, in welchem eine kleine Fliege aus der Richtung *f* gekommen war, sich auf den Rand der Spatha gesetzt hatte und dann auf der Spatha-Innenfläche etwas nach unten gekrochen war, bis sie abstürzte und ohne weiteren Aufenthalt in den Kessel hineinfiel. Fig. 72 A zeigt noch einige weitere Sturzbahnen, die ich am 10. Mai gegen Abend (nach 4 Uhr Nachmittag) an einem sehr wohlgeformten, großen Blütenstande beobachtet habe. Ein Dungkäfer (*Aphodius tristis*) flog langsam auf die Öffnung der Spatha zu, schlug an die Hinterwand des Helmes an und stürzte sogleich in den Kessel hinab (Sturzbahn *a*). Ein anderer Käfer (wohl auch ein *Aphodius*) flog im Bogen gegen den Rand der Spatha, schlug an diesen an und stürzte im Augenblicke über ihn hinweg in den Trichter (Sturzbahn *b* der Fig. A und B). Zwei kleinere Fliegen sah ich ebenfalls an diesem Abend heranzfliegen, sich niedersetzen und nach kurz dauernden Gehbewegungen in den Kessel hinabstürzen (Sturzbahn *c*, *d* von A). Damals hatte ich Gelegenheit, eine Fuzald von Fliegen und Käfern beim Absturz genau zu beobachten. Ich habe aber von diesen Abstürzen nur die wichtigsten Typen in der schematischen Darstellung der Fig. 72 A wiedergegeben. Dazu sei noch hervorgehoben, daß die meisten Käfer unmittelbar beim Niederlassen abstürzten, daß aber bei den Fliegen fast immer dem Ausgleiten auf der Innenfläche des Helmes einige Gehbewegungen vorangingen. So sammelte sich im Laufe des ersten Tages bis zum Abend zahlreiche Insekten im Innern des Kessels an.

Aus den verschiedenen Fängen, die ich untersuchte, wähle ich hier einige als Beispiele aus. Sie stammen aus der Krivošije (Grkovac und Ledevice).

1. Beispiel. — 16. Mai: Auf dem Grunde einer großen, bewachsenen Doline. Ein schöner Tag, morgens stark windig, später aber fast windstill, Sonnenschein. Ein normal geformter Blütenstand, die Spatha 16 cm lang, bei der Öffnung 4,2 cm breit. Die Keule hell zimtbraun. Die

Spatha stand völlig frei zwischen niederem Gras, von allen Seiten leicht zugänglich. Bei einbrechender Dunkelheit habe ich den Blütenstand abgesehnt und die im Kessel befindlichen Insekten getötet. Der ganze Fang setzte sich aus folgenden Tieren zusammen:

Diptera:	Coleoptera:
4 <i>Borborus equinus</i> Fallén	1 <i>Oxytelus inustus</i> Grav.
2 <i>Olina geniculata</i> Macqu.	3 <i>Oxytelus sculpturatus</i> Grav.
1 <i>Scotophilella crassimana</i> Haliday	2 <i>Cereyon pygmaeus</i> Ill.
1 <i>Coprophila ferruginata</i> Stenb.	1 <i>Aphodius immundus</i> Creutz.
1 <i>Coprophila pusilla</i> Meigen	1 <i>Aphodius meridarius</i> F.
2 <i>Halidayina spinipennis</i> Haliday	45 <i>Aphodius tristis</i> Panz.
18 <i>Sphaerocera subsultans</i> Latr.	1 <i>Orthopagus foveatus</i> F.
8 <i>Sphaerocera pusilla</i> Meigen	1 <i>Curobius Schreberi</i> L.

Diese Beute des Blütenstandes zeigt die typische Zusammensetzung. Sie besteht aus zahlreichen Fliegen und Käfern. Am häufigsten sind *Sphaerocera subsultans* und *Aphodius tristis*, beide auf dem Kote von Wirbeltieren sehr gemein. Ein Insektenfang wie dieser kann nach meinen Erfahrungen als reichlich bezeichnet werden.

2. Beispiel. — Ebenfalls 16. Mai: Dieselbe Doline wie vorhin. Am Rande der Doline befand sich ein sehr wohlgeformter Blütenstand mit dunkelbrauner Keule. Die Spatha war 18,5 cm lang, bei der Öffnung 5,7 cm breit. Die Pflanze wuchs in der Tiefe einer engen, nach oben und nach einer Seite offenen Felsspalte. Die Spatha war von den großen, üppig entwickelten Laubblättern der Pflanze so vollständig verdeckt, daß sie vom Eingange der Felsspalte aus nicht zu sehen war. Bei einbrechender Dunkelheit hatte dieser Blütenstand nur

Diptera: 1 *Halidayina spinipennis* Haliday.

gefangen. Es war ein ausgesprochener Mißerfolg! Man sieht daraus recht deutlich den Einfluß des Standortes auf den Insektenfang. Die Fernwirkung des Blütenstandes war durch den ungünstigen Platz und durch die (mit der Euge des Standortes zusammenhängende) Stellung der Laubblätter nahezu gänzlich ausgeschaltet.

3. Beispiel. — 9. Mai: In einer kleinen Doline. Ein stark windiger Tag, der Himmel nach einem nächtlichen Regen größtenteils bedeckt, nur kurze Zeit Sonnenschein, manchmal Nebel. Ein auffallend schöner Blütenstand, Spatha 17,5 cm lang, bei der Öffnung 5,8 cm breit. Der Spatha-Helm lag mit der Rückenseite einem breiten Felsstücke dicht an. Dieses Felsstück stand ein wenig über die Spitze der Spatha empor. Ein *Quercus*-Gebüsch und einige *Aristolochia*-Pflanzen verdeckten den Blütenstand so vollständig, daß er von keiner Seite gesehen werden konnte. Die Blätter dieser Gewächse reichten so nahe an den Blütenstand heran, daß einige von ihnen sogar in die Spatha-Öffnung hineinragten. Wollte man die Spatha ansehen, dann mußte man vorher die angrenzenden Zweige zur Seite biegen. Wenn auch der Duft der Keule leicht zwischen

den Blättern Anflug unmöglich. Blätter des C. kleinen, sprunghaft ginnender Dipt. folgende Inse-

Dipt.
12 *Borbor*
7 *Olina*
1 *Parac*
9 *Scotoj*
2 *Scotoj*

In der...
rend die Flie...
Sphaerocera-
sammensetz...
lichkeit für...
fehlen desha...
in die Spath...
denen Kotflie...
Flugweges, d...
mit Hilfe ih...
genügend, we...
näherung der...
der Wind an...
unternahmen

4. Beisp...
900 m über d...
befand sich...
vormittags a...

1 *Borbor*
5 *Borbor*
1 *Borbor*
1 *Olina*

Der gät...
durch erklär...
diesem Platz...
ters. Nie ha...
keine Käfer...
schiedenen...
(und damit...
die Käfer...
Im Ans...

den Blättern hervorkommen konnte, so war doch den Insekten ein freier Anflug unmöglich gemacht. Die angelockten Tiere mußten sich auf die Blätter des Gestrüchtes setzen und sich von dort aus gehend oder mit kleinen, sprungartigen Flügen der verdeckten Spatha nähern. Bei beginnender Dunkelheit (7 Uhr 45 Min.) befanden sich im Kessel der Spatha folgende Insekten:

Diptera:	(Diptera):
12 <i>Borborus equinus</i> Fallen	8 <i>Sphaerocera subsultans</i> Latr.
7 <i>Oliua geniculata</i> Macqu.	
1 <i>Paracollinella caciota</i> Rondani	Coleoptera:
9 <i>Scotophilidella mirabilis</i> Collin	1 <i>Oxytelus sculpturatus</i> Grav.
2 <i>Scotophilidella crassimana</i> Haliday	1 <i>Atheta laevana</i> Muls. et Rey.

In der Beute dieses Blütenstandes fehlen die Käfer fast ganz, während die Fliegen recht zahlreich sind. Unter diesen sind *Borborus*- und *Sphaerocera*-Arten (wie gewöhnlich) am häufigsten. Die abweichende Zusammensetzung des Fanges rührt daher, daß, wie erwähnt, keine Möglichkeit für den unmittelbaren Anflug der Insekten vorhanden war. Es fehlen deshalb z. B. die *Aphodius*-Arten (Dungkäfer), die nur im Fluge in die Spathen hingelangen können. Dagegen bedürfen die verschiedenen Kotliegen bei ihrer Annäherung nicht in diesem Maße eines freien Flugweges, da sie unter solchen Umständen die letzte Wegstrecke auch mit Hilfe ihrer Beine zurücklegen können. Dieser kurze Hinweis wird genügen, wenn man die auf S. 23 ff. gemachten Angaben über die Annäherung der Insekten berücksichtigt. In dem vorliegenden Falle kam der Wind auch dazu beigetragen haben, daß die Käfer weniger Flüge unternahmen.

4. Beispiel. 2. Juni: Rand eines freiliegenden Bergpfades, etwa 900 m über dem Meere. Schöner Tag. Der normal geformte Blütenstand befand sich frei im hellen Sonnenschein und wurde schon um 11 Uhr vormittags abgeschnitten. Sein Kessel enthielt 99 Fliegen:

Diptera:	
1 <i>Borborillus uncinatus</i> Duda	25 <i>Coprophila pusilla</i> Meigen
5 <i>Borborillus vitripennis</i> Meigen	5 <i>Sphaerocera subsultans</i> Latr.
1 <i>Borborus equinus</i> Fallen	60 <i>Sphaerocera pusilla</i> Meigen
1 <i>Oliua geniculata</i> Macqu.	1 <i>Sphaerocera pallidiventris</i> Meigen

Der gänzliche Mangel an Käfern läßt sich in diesem Falle nur dadurch erklären, daß zufällig gerade damals nur sehr wenige Käfer an diesem Platze vorüberkamen, vielleicht auch infolge des windigen Wetters. Nie habe ich sonst in einem Fang, der so viele Fliegen enthielt, keine Käfer angetroffen. Man sieht aus diesem Beispiel und aus verschiedenen käferarmen Fängen, daß die Fliegen als Besucher (und damit als Bestäuber) von *A. nigrum* verlässlicher sind als die Käfer. (Vgl. auch Beispiel 2 und 3.)

Im Anschluß an diese Beispiele bringe ich die Zusammenstellung

aller jener Insekten, welche ich in den Kesseln der Blütenstände von *A. nigrum* am Abend des ersten Tages der Anthese gefunden habe.¹⁾ Die Gesamtheit aller dieser Besucher stellt die Summe der Fänge von etwa 30 Blütenständen dar. In der Anmerkung ist das sonstige Vorkommen dieser Tiere hervorgehoben. Die Häufigkeit in den Blütenständen der Gegend des Vermač-Rückens und der Krivosiže ist durch Buchstaben angegeben (h = häufig, v = in geringer Individuenzahl vorkommend, f = fehlend, (1) = nur ein einziges Individuum gefunden). Dabei sind die Angaben über die Insekten der Krivosiže die genaueren, da sie sich auf die größere Anzahl von Blütenständen beziehen. Daß in dieser Liste die eine oder andere Art als fehlend angeführt wird, beweist natürlich nicht, daß diese Art in den Blütenständen von *A. nigrum* an dem betreffenden Standorte gänzlich fehlte.

Species	als Besucher von <i>Arum nigrum</i>		Sonstiges Vorkommen
	Vermač	Krivosiže	
Diptera:			
<i>Chironomus</i> sp.	v (1)	v (1)	Larven auch im Dünger.
<i>Nemopoda cylindrica</i> Fabr.	v (1)	f	Auf verschiedenem Mist, auf Kompost mit Abortjauche.
<i>Crumomyia nigra</i> Meigen	f	v (1)	Auf Pferde- und Rindermist gemein.
<i>Borborillus uncinatus</i> Duda	f	v	Zwischen vermoderndem Laub, meist selten.
<i>Borborillus citripennis</i> Meigen	v	h	Auf Pferde- und Rindermist.
<i>Borborus equinus</i> Fall.	h	h	Auf Pferdemist sehr gemein.
<i>Olinia geniculata</i> Macqu.	h	h	Auf Pferde- und Rindermist gemein.
<i>Paracollinella venosa</i> Rondani	f	v	Auf Pferde- und Rindermist die häufigste ihrer Gattung.
<i>Scotophilella mirabilis</i> Collin	v (1)	h	Auf Pferde- und Rindermist, auch auf Komposthaufen mit Abortjauche häufig.

¹⁾ Von den Dipteren meiner Beobachtungen und Versuche hat Herr Medizinalrat Dr. O. Duda (Habelschwerdt, Preuß.-Schlesien) die Borboriden bestimmt, wobei der sehr großen Individuenzahl dieser Fliegen und bei dem teilweise schlechten Erhaltungszustand eine überaus mühsame und zeitraubende Arbeit war. Die Anthomyiden bestimmte Herr Direktor Dr. Fr. Hendl (Wien), die übrigen Dipteren Herr Kustos Dr. H. Zerny (Wien). Die zahlreichen Coleopteren bestimmte Herr Privatdozent Dr. J. Meixner (Graz), mit Ausnahme der *Atheta* Arten, deren Bestimmung Herr Notar Dr. Bernhauer (Horn, Niederösterreich) übernommen hat. Die Hymenopteren bestimmte Herr Kustos Dr. H. Maidl (Wien). Die in meinen Insektenlisten gemachten Angaben über das sonstige Vorkommen der einzelnen Arten wurden mir von den betreffenden Spezialisten mitgeteilt. Allen den genannten Herren danke ich auf das herzlichste für ihre immerwährende Hilfsbereitschaft und ihre wahrhaft uneigennütigen Bemühungen im Dienste meiner *Arum* Untersuchungen.

Spe

(Dipt)

Scotophilella Stenl.*Scotophilella* Hal.*Scotophilella* danf*Coprophila* fe Stenl.*Coprophila* pi*Coprophila* hi.*Halidayina* sp.*Sphaerocera* st*Sphaerocera* p*Sphaerocera* p Meigen*Phylomyza* sp.

Coleo

Oxytelus inusi*Oxytelus* sculj*Oxytelus* nitid*Oxytelus* pun.*Platystethus* a Geoffr.*Atheta* pallidi*Atheta* nigrita*Atheta* Pertylj*Atheta* Heyme

Species	als Besucher von <i>Arum nigrum</i>		Sonstiges Vorkommen
	Vermäch	Krivošije	
(Diptera)			
<i>Scotophilella rufifabris</i> Stenb.	v (1)	f	In Wäldern und Wiesen (Kot von Hasen, Rehen?).
<i>Scotophilella crassimana</i> Hal.	v	h	Auf Pferde- und Rindermist gemein.
<i>Scotophilella puerula</i> Rondani	f	v (1)	Auf Pferde- und Rindermist, besonders auf ersterem gemein.
<i>Coprophila ferruginata</i> Stenb.	h	h	Ausschließlich auf Pferdemist.
<i>Coprophila pusilla</i> Meigen	f	h	Auf Pferde- und Rindermist, besonders auf ersterem gemein.
<i>Coprophila hirtula</i> Rondani	v (1)	f	Auf Pferdemist, besonders häufig auf Kaninchenkot.
<i>Halidayina spinipennis</i> Hal.	f	h	Auf Pferdemist gemein, auf anderem Mist seltener, auf Kompost mit Abortjauche häufig.
<i>Sphaerocera subsultans</i> Latr.	h	h	Auf Pferdemist und auf Kompost mit Abortjauche sehr häufig.
<i>Sphaerocera pusilla</i> Meigen	h	h	Wie die vorige Art.
<i>Sphaerocera pallidiventris</i> Meigen	f	v (1)	Wie die vorige Art, aber nur in Südeuropa und Nordafrika.
<i>Phytomyza</i> sp.	f	v	Auf Pflanzenteilen, die Larve als Blattminierer.
Coleoptera:			
<i>Oxytelus inustus</i> Grav.	f	v	In Dünger und faulenden Pflanzenteilen.
<i>Oxytelus sculpturatus</i> Grav.	v	h	Wie voriger, in Mitteleuropa besonders in Reh- und Hirschkot.
<i>Oxytelus nitidulus</i> Grav.	f	v (1)	In Dünger und faulenden Pflanzenteilen.
<i>Oxytelus pumilus</i> Er.	f	v	Wie voriger.
<i>Platystethus arenarius</i> Geoffr.	v (1)	v (1)	In trockenem Dünger.
<i>Atheta pallidicornis</i> Thoms.	h	f	In Fruchtkörpern von Pilzen (Hymenomyceeten), auch in „Holzschwämmen“.
<i>Atheta nigritula</i> Grav.	v (1)	f	In Fruchtkörpern von Pilzen (Hymenomyceeten).
<i>Atheta Pertyi</i> Heer	v (1)	v (1)	In faulenden Pflanzenteilen, auch in Pilzfruchtkörpern, in Dünger.
<i>Atheta Hegyesi</i> Hubenthal	v (1)	f	Nicht sicher bekannt. (In Moos?)

Species	als Besucher von <i>Aram nigrum</i>		Sonstiges Vorkommen
	Vermač	Krivosiđe	
(Coleoptera)			
<i>Atheta atramentaria</i> Gyll.	f	v (d)	In Dünger und faulenden Pflanzenteilen.
<i>Atheta lacrima</i> Muls. et Rey.	h	v	In faulenden Pflanzenteilen, auch in Pilzfruchtkörpern.
<i>Atheta parva</i> Sahlb.	f	v (d)	In trockenem Dünger.
<i>Aleochara intricata</i> Mamm.	v	f	Besonders in verschiedenem Dünger.
<i>Cereyon haemorrhoidalis</i> F.	v	v (d)	In verschiedenem Dünger häufig.
<i>Cereyon pygmaeus</i> Ill.	h	h	Wie voriger.
<i>Cryptopleurum minutum</i> F.	v	v (d)	Wie voriger.
<i>Anaspis ruficollis</i> F.	v (d)	f	Auf verschiedenen Blüten, besonders auf bestimmten Blütenständen (z. B. Umbelliferen, Compositen), aber nicht auf Mist.
<i>Anaspis flava</i> L.	v (d)	f	Wie voriger.
<i>Polydrusus brevipipes</i> Kiesw.	v (d)	f	Auf verschiedenen Bäumen und Sträuchern, aber nicht auf Mist.
<i>Aphodius immundus</i> Creutz.	f	v (d)	In verschiedenem Dünger und in faulenden Pflanzenteilen.
<i>Aphodius merdarius</i> F.	f	h	Wie voriger.
<i>Aphodius tristis</i> Panz.	h	h	Wie voriger.
<i>Aphodius quadriguttatus</i> Herbst	f	h	Wie voriger.
<i>Aphodius quadrimaculatus</i> L.	f	h	Wie voriger.
<i>Aphodius prodromus</i> Brahm.	h	v (d)	Wie voriger.
<i>Aphodius pubescens</i> Sturm var. <i>tabidus</i> Er.	h	f	Wie voriger.
<i>Aphodius consputus</i> Creutz.	v (d)	f	Wie voriger.
<i>Onthophagus foveatus</i> F.	f	h	In verschiedenem Mist.
<i>Caccobius Schreberi</i> L.	f	v (d)	Wie voriger.
(Hymenoptera)			
<i>Lasius alienus</i> Foerst.	f	v (d)	Auf sehr verschiedenen organischen Substanzen.

Die Besucher der Blütenstände von *Aram nigrum* sind demnach fast ausnahmslos Insekten, welche sonst auf sich zersetzenden organischen Stoffen, vor allem aber auf dem Kot verschiedener Säugetiere vorkommen.

Da die Beine von *Aram nigrum* in den Beinen von *Aram nigrum* ist es zunächst beschreiben, an Pflanzenteilen organische Kräfte (Krivosiđe). Mit Hilfe Insektenbeine rauen, wenn tiefungen ein möglich ist, daß sie den seihewen, we können. Wer henden Glask Vermaß, so ve ihre Krallen gends mit Er losen Epider Insektenbein festzuhalten Epidermiszell darin einhak mit Ausschei Fett (Öl) ver deten Haftla habe, unerst

Die Fest suchungen ü oft besonders auch für die stets daran : fläche. Bil baren Oberfl Gleitzone fin (thes.²) Aber

¹) Knoll deckten Pfla Öl auf den 1 Jahrg. 1929.

²) Vgl. d. (S. 474 ff.)

2. Die Mechanik des Insektenfanges.

Da die unmittelbare Beobachtung am natürlichen Standorte zeigte, daß die in den Kessel gelangenden Tiere nicht instande sind, sich mit den Beinen an den unteren Teilen der Helminnentfläche festzuhalten, so ist es zunächst notwendig, die Hafteinrichtungen dieser Insekten kurz zu beschreiben. Die Hauptmasse der Insekten, welche sich mit den Beinen an Pflanzenteilen festzuhalten vermögen, besitzt zweierlei Haftorgane: Krallen (*ungues*) und Haftscheiben (Haftlappen, *pulvilli*). Mit Hilfe der beiden Krallen, welche in das letzte Fersenglied des Insektenbeines gelenkig eingefügt sind, vermag sich das Insekt auf einer rauhen, wenn auch vertikal stehenden Fläche so in alle die kleinen Vertiefungen einzuhängen, daß ein Emporklettern ohne alle Schwierigkeit möglich ist. Dem Emporklettern an steilen Flächen, die so glatt sind, daß sie den Krallen keinen Halt bieten, dienen die Haftscheiben (Klebscheiben), welche zwischen den Krallen nach Bedarf vorgestreckt werden können. Wenn etwa eine Fliege oder eine Ameise auf einer senkrecht stehenden Glastafel (z. B. auf einer reinen Fensterscheibe) emporzuklettern vermag, so verdankt sie dies nur dem Vorhandensein der Haftscheiben, da ihre Krallen infolge der gleichmäßig glatten Oberfläche des Glases nirgends mit Erfolg eingesetzt werden können. An den meisten freien haarlosen Epidermisflächen grüner Angiospermen sprosse vermögen sich die Insektenbeine bei starker Flächenneigung nur mit Hilfe der Haftscheiben festzuhalten und fortzubewegen, da die Fugen zwischen den einzelnen Epidermiszellen fast immer so seicht sind, daß keine Krallenspitze sich darin einhaken kann. Sind solche aufrechtstehende Epidermisflächen mit Ausscheidungen von lose anhaftendem, festem Wachs oder flüssigem Fett (Öl) versehen, so sind sie dann auch für Insekten mit wohl ausgebildeten Haftlappen, wie ich bereits an anderen Orten auseinandergesetzt habe, unersteigbar.¹⁾

Die Feststellung der Gangbarkeit ist bei verschiedenen Untersuchungen über die Wechselbeziehungen zwischen Tieren und Pflanzen oft besonders wichtig. Wenn sich dabei zeigt, daß eine Pflanzenoberfläche auch für die geschicktesten Insekten unersteigbar ist, weil die Beine stets daran ausgleiten, so bezeichne ich eine solche Fläche als Gleitfläche. Bildet eine ungangbare Epidermis einen Teil der sonst gangbaren Oberfläche, so spreche ich von einer Gleitzone. Eine derartige Gleitzone findet man z. B. in der insektenfangenden Kamme von *Nepenthes*.²⁾ Aber auch an der Spatha von *Arum* können wir eine sehr wirk-

¹⁾ Knoll, Fr., Über das Ausgleiten der Insektenbeine an wachsbedeckten Pflanzenteilen (Jahrbücher f. wiss. Botanik, Bd. LIV, 1914) und: Fettes Öl auf den Blütenepidermen der Cypripedilineae (Österr. Botan. Zeitschrift, Jahrg. 1922).

²⁾ Vgl. die vorhin erwähnte Arbeit über das Ausgleiten der Insektenbeine a. a. O. (S. 474 ff.)

same Gleitfläche feststellen, welche uns in einem bestimmten Abschnitt dieses Hüllblattes als deutlich abgegrenzte Gleitzone entgegentritt.

Wir wollen nun zunächst einen Versuch anstellen. Wenn wir den Helm (Oberteil) einer vollständig turgeszenten Spatha abtrennen und einen jener *Aphodius*-Käfer darauflegen, welche in den Kesseln gefangen

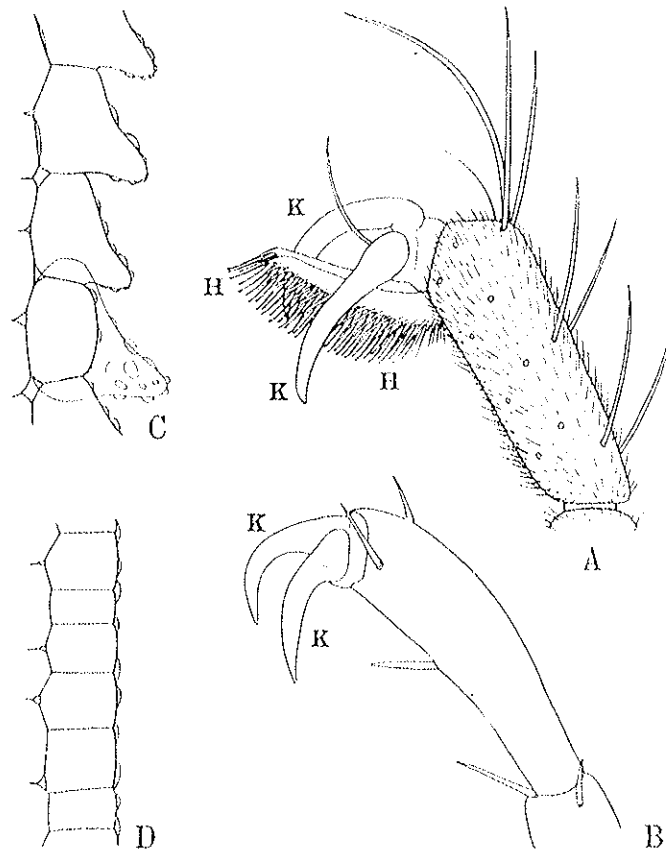


Fig. 73. Krallen und Haftlappen der Insektenbeine in ihrem Größenverhältnis zu den Zellen der Gleitflächen.

A vereinfachte Darstellung des letzten Fersengliedes eines Vorderbeines von *Sphaerocera subsulta* (Fliege) mit Krallen (*K*) und Haftlappen (*H*), Seitenansicht. Die Behaarung des Fußendes ist nur zum Teil eingetragen; B das Gleiche von *Aphodius tristis* (Käfer), ebenfalls in vereinfachter Darstellung, Krallen (*K*) vorhanden, Haftlappen fehlend. Zum Vergleich ein Längsschnitt durch die Gleitfläche der Helminnenseite (*C*) und des oberen Hindernisses (*D*), wobei die auf der Epidermis ausgeschiedenen Öltröpfchen schematisch eingetragen sind.

(Alle Abbildungen 1/2 der nat. Größe.)

werden, so können wir bemerken, daß sich ein solches Tier nur so lange beliebig auf der Spatha-Innenfläche fortbewegen kann, als sie horizontal steht. Wird dann der Helm steil aufgestellt, so daß dessen Rückenlinie in der Richtung vom Halsansatz zur Spatha-Spitze z. B. um 45 Grad ansteigt, so vermag ein solcher Käfer nicht mehr an der Spatha-Innen-

fläche emporzu-
um die Ursache
wohl Krallen,
wird demnach
Epidermis-Innen-
eines solchen
S. 393). Überd-
sektenkralle d-
stechen und in
beobachten, da
lösen Zelle de-
stande sogleich
verschmälerte
ehen trachtet.
stelle sofort in
Form an. Aus-
nicht imstand
kommenden G-
fähr sind die K-
mitte gegenü-
Abbildungen e-

Wenn w-
cera subsulta.
Stellung der I-
zeigt der Gr-
papillen die I-
Organe (Fig.
Haftlappen (H
Hafthaare du-
Epidermiszell-
65 A), vorüber-
artige Wirku-
wurde von m-
genden einfache
Gläserchen (mit
gereinigt wur-
so kann diese
Hilfe seiner H-
Teil der Innen-
zug eines fett-
davon mit Hil-
dieselbe Amei-
sondern nur
reiche Putzbe-

ten Abschnitt eingetrifft.
Wenn wir den
brennen und
sein gefangen

fläche emporzusteigen. Eine kurze mikroskopische Untersuchung genügt, um die Ursache davon festzustellen: *Aphodius* besitzt an seinen Beinen wohl Krallen, aber keine funktionierenden Haftlappen (Fig. 73 B). Er wird demnach versuchen, sich mit Hilfe der Krallen fortzubewegen. Die Epidermis-Innenfläche des Helmes ist aber so geartet, daß sich die Krallen eines solchen Käfers nirgends anhalten können (vgl. Fig. 73 C und Fig. 64, S. 393). Überdies vermag nach meinen Beobachtungen keine so geformte Insektenkralle die Außenwand einer turgeszenten Epidermiszelle zu durchstechen und in dem so geschaffenen Loche festen Fuß zu fassen. Ich konnte beobachten, daß die stark elastische, vorgewölbte Außenwand einer papillösen Zelle der Spatha-Gleitfläche (vgl. S. 394) auch in turgeszentem Zustande sogleich nachgibt, wenn man an einer Stelle einen entsprechend verschmälerten Gegenstand andrückt und mit ihm die Wand zu durchstechen trachtet. Beim Aufhören des Druckes begibt sich eine solche Wandstelle sofort in die ursprüngliche Lage zurück und nimmt wieder die frühere Form an. Aus diesem Grunde sind auch die Krallen der *Arum*-Besucher nicht imstande, solche Zellwände zu durchbohren. Die dabei in Betracht kommenden Größenverhältnisse ergeben sich aus Fig. 73, B und C. In ihr sind die Krallen von *Aphodius tristis* den Epidermiszellen der Helmmitte gegenübergestellt. (Die Vergrößerung ist die gleiche wie bei den Abbildungen der Gleitflächenzellen in Fig. 64, Fig. 65 A bis D und Fig. 66.)

Wenn wir als weiteres Versuchstier eine kleine Fliege, etwa *Sphaerocera subsultans*, wählen, so sehen wir, daß auch dieses Tier bei steiler Stellung der Helminnenfläche nicht an ihr emporlaufen kann. Auch hier zeigt der Größenvergleich zwischen den Krallen und den Epidermispapillen die Unmöglichkeit eines Anheftens der Beine mit Hilfe dieser Organe (Fig. 73 A, C). Aber auch die an einem Fliegenbein vorhandenen Haftlappen (Fig. 73 A, H) sind unwirksam, da die an ihnen befindlichen Hafthaare durch die Wirkung der kleinen Öltröpfchen, welche an den Epidermiszellen der Helminnenseite ausgeschieden sind (Fig. 73 C und 65 A), vorübergehend unbrauchbar gemacht werden. Daß Öl eine derartige Wirkung auf die Haftscheiben der Insektenbeine ausüben kann, wurde von mir schon früher nachgewiesen. Es läßt sich dies durch folgenden einfachen Versuch zeigen: Wenn man in ein kleines zylindrisches Gläschen (mit senkrechtstehender Wand), das zuvor auf das genaueste gereinigt wurde, eine kleine Ameise hineingibt (z. B. eine *Lasius*-Art), so kann dieses Tier ohne Schwierigkeit an der glatten Glasfläche mit Hilfe seiner Haftlappen emporklettern. Versieht man hierauf den oberen Teil der Innenfläche dieses Gläschens mit einem möglichst feinen Überzug eines fetten Öles (z. B. Olivenöl), indem man einen kleinen Tropfen davon mit Hilfe des reinen Kleinfingers sorgfältig verreibt, dann vermag dieselbe Ameise nicht mehr bis zum Rande des Gläschens emporzusteigen, sondern nur so weit, als die Glasfläche vom Öl freigeblichen ist. Zahlreiche Putzbewegungen des Tieres verraten dabei, daß es sich seine Haft-



B

erhältnis zu den

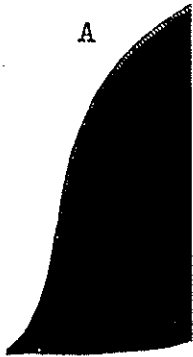
i. subsultans (Fliege);
im Teil eingetragen;
(K) vorhanden, Haft-
(P) und des oberen
eingetragen sind.

nur so lange
sie horizontal
Rückenlinie
45 Grad an-
Spatha-Innen-

lappen mit dem Öl beschmutzt hat. Es bemüht sich eifrigst, die Haft-
richtungen in der gewohnten Weise wieder rein zu machen. Das gleiche
Ergebnis erzielt man auch, wenn man zum Versuch z. B. eine Fleisch-
fliege (*Calliphora*) wählt. Daraus geht hervor, daß sich die mit zahl-
reichen Haftborsten versehenen Haftlappen der Dipteren in ihrer Wir-
kungslosigkeit gegenüber einer eingeölte Oberfläche geradeso verhalten
wie die ganz anders gebauten ungegliederten Haftlappen der Ameisen.
Dies gilt auch für die von den *Aram*-Blütenständen angelockten und
gefangenen Dipteren, da sich ihre Haftvorrichtungen im Bau und in
der Funktion ebenso verhalten wie jene von *Calliphora*, die ich eben als
Beispiel anführte.

Bei der Betrachtung des Benehmens der angelockten Insekten am
natürlichen Standorte der Pflanze konnte ich sehen, daß der Rand des
Oberteiles der Spatha für die kleinen Fliegen leicht gangbar war. Ge-
wöhnlich vermochten sie sich auch noch auf der konkaven Innenfläche
unmittelbar neben dem Rande mit den Beinen festzuhalten. Weiter nach
der Mitte zu war es diesen Tieren aber nicht mehr möglich, irgendwie
festen Halt zu gewinnen (vgl. in Fig. 72 die Absturzbahnen der Insek-
ten). Dies hängt damit zusammen, daß der Ölüberzug am Rande der
Helminnenfläche weniger stark ausgebildet ist als in deren Mitte. Viel-
leicht ist gerade dieser Umstand von besonderer Wichtigkeit, denn wenn
das Tier am Rande der Spatha-Innenfläche zunächst leicht vorwärts
kommt und erst nach innen zu immer schwerer, so gelangt es leichter in
jene gefährliche Übergangszone, wo es abstürzen muß. Wäre die Grenze
zwischen gangbarer und ungangbarer Oberfläche eine scharfe, so würde
eine Fliege, während ihre Hinterbeine noch guten Halt haben, sobald sie
mit den Vorderbeinen eine ungangbare Fläche berührt, sich von hier
wegwenden und wieder auf die gangbare Fläche zurückkehren. Steht aber
ein Tier bereits auf Zellen, wo das Anhalten mit Hilfe der Haftseiben
schon sehr schwer ist, so wird jede weitere der nutzlosen Bemühungen
eines Beines durch die damit verbundenen Erschütterungen die übrigen
noch festsetzenden Teile der Haftvorrichtungen allmählich lockern müssen.
Dies wird um so eher der Fall sein, als beim Herunterscharren der Bein-
enden über die einzelnen Epidermispapillen der Körper des Tieres un-
aufhörlich gerüttelt wird. Wenn man ein Tier, das sich gerade an jener
absturzgefährlichen Zone befindet, genau betrachtet, so bemerkt man,
wie „vorsichtig“ nun die einzelnen Beimbewegungen werden. Dies ist ein
Ausdruck für die Schwierigkeit der Lage, in welcher sich das Insekt be-
findet.

Der untere Teil des Helmes verengt sich trichterförmig gegen die
Basis des Keulenstiemes. Die Oberfläche dieses Trichters wirkt als
ausgezeichnete Gleitfläche, so daß ein auf sie herunterfallendes Insekt
sich nicht an ihr festzuklammern vermag. So gleitet es dann infolge der
Schwerkraftwirkung weiter durch den Hals der Spatha in den Kessel



A, B, C, D vier v.
Keule an ihrem Stiel
der Raumverhältnisse
Blick der m
a bis i die Körpergrö-
a *Sphaeroecra subsul-*
turatus, f *Onthopha-*

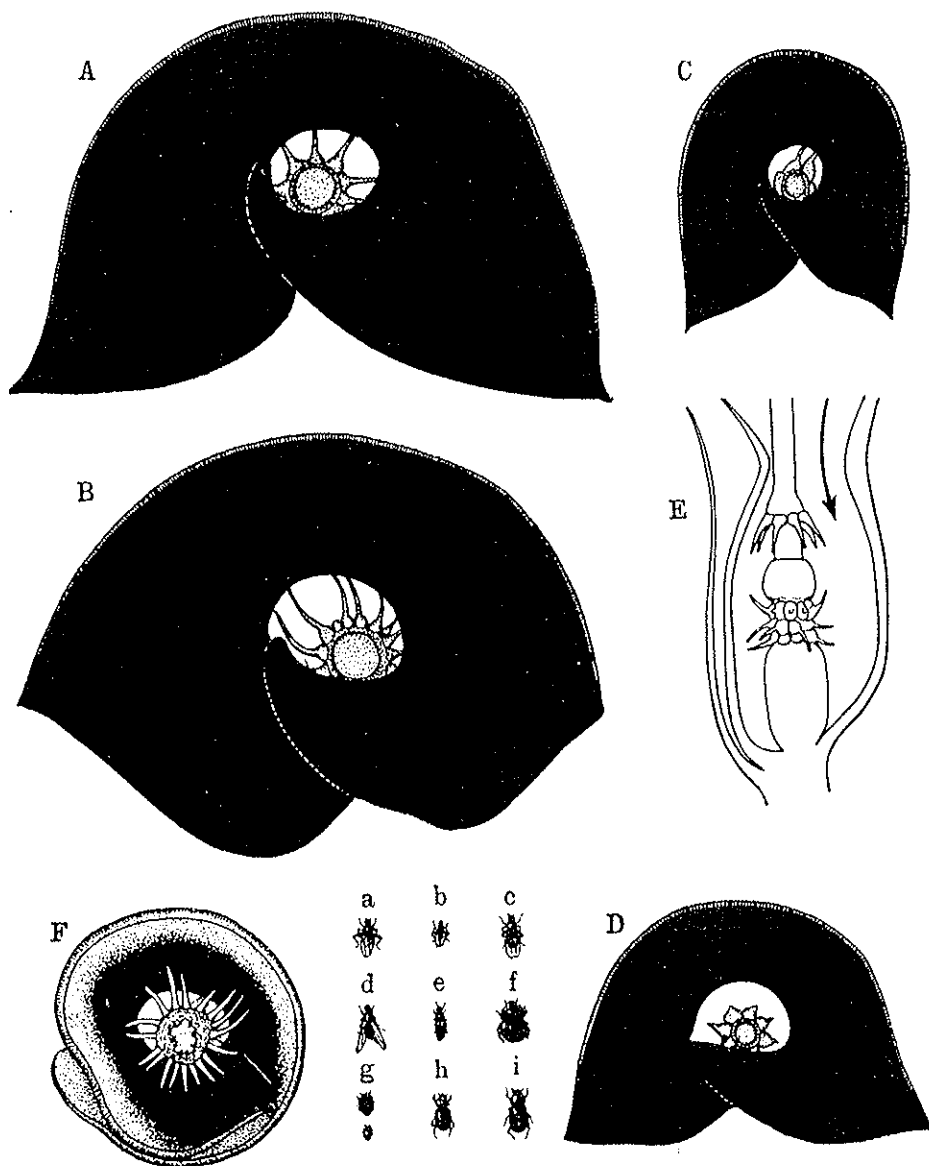


Fig. 74. Die Sturzpforte und ihre Raumverhältnisse.

A, B, C, D vier verschieden große Blütenstände, der Spatha-Helm in der Mitte quer durchgeschnitten, die Keule an ihrem Stiel abgetrennt, so daß der Einblick in den Kessel erleichtert wird. E schematische Darstellung der Raumverhältnisse von D im Längsschnitt, wobei der Pfeil die Lage der Absturzpforte andeutet. F der Einblick der männlichen Blüten, des oberen Hindernisses und der Absturzpforte vom Kessel her.

a bis i die Körpergröße einiger Besucher der Blütenstände von *Aran nigrum* (a bis d Fliegen, e bis i Käfer): a *Sphaerocera subsollans*, b *Sphaerocera pusilla*, c *Borborus equinus*, d *Nemopoda cylindrica*, e *Oxytelus scalpturatus*, f *Onthophagus furcatus*, g *Cerygon haemorrhoidalis* und *pygmaeus*, h *Aphodius tristis*, i *Aphodius pubescens*.

(Natürliche Größe.)

hinein. Die Verengung des Hüllblattes bildet also die Sturzpforte, durch welche die heruntergleitenden Tiere hindurch müssen. Wie diese Sturzpforte aussieht, zeigen die Fig. 74 A bis F. Wenn man von einem Spatha-Oberteil durch einen quer geführten Schnitt die obere Hälfte wegscneidet und auch noch den Keulenstiel an seiner Basis mit einem scharfen Messer durchtrennt, dann sieht man von oben her die hell erleuchtete Sturzpforte inmitten des fast schwarzen Trichters (Fig. 74 A bis D). Daß, von dieser Seite betrachtet, der Kesselinnenraum so hell erscheint, kommt daher, daß man gerade in dieser Richtung gegen die gut durchscheinende, kaum gefärbte Kesselbasis sieht (vgl. S. 391 f. und die dort befindliche Fig. 63). Diese helle Fläche erscheint uns aber zerteilt durch das obere Hindernis, das sich knapp unter dem Kesselhalse befindet (vgl. auch Fig. 69 A, S. 405). Die Tiere fallen bei ihrem Absturz entweder frei zwischen den auseinanderspreizenden Armen dieses Hindernisses hindurch oder sie berühren jene flüchtig, ohne daran festen Halt zu finden. Bietet ja doch, wie aus Fig. 73 A, B, D (S. 422) und Fig. 70 A, B (S. 406) hervorgeht, die fugenlose Epidermis der Hindernisorgane mit ihren glatten, ölbedeckten Außenwänden keine Möglichkeit, daß die Hafteinrichtungen der Insektenbeine sich an ihr erfolgreich betätigen können! Irgendeine Verbiegung der ganzen Hindernisorgane oder ihrer Enden findet beim Absturz nicht statt. Es wäre ja auch keines der Insekten in stunde, die starren, spröden Fortsätze auch nur wenig zu verbiegen. Und schließlich ist für kleinere Insekten zwischen den einzelnen Hindernisorganen und daneben noch reichlich Platz vorhanden, um daran ungehindert vorüberzukommen.

Die auffallende Helligkeit des Kessels, die wir bereits bemerkt haben, dürfte sich hier in das ökologische Gesamtbild besonders einfügen. Wenn ein fliegendes Insekt „erschreckt“ wird, dann entsteht in ihm häufig der Drang, sich sogleich den Orten der größten Helligkeit zuzuwenden (positive Phototaxis, „Fluchtreaktion“). Ein solches „Erschrecken“ findet auch beim Absturz in den Kessel statt. Während am Beginn des Sturzes das Tier mit dem Kopfe nach oben dem Lichte zustrebte, wird es nun seine Einstellung ändern und sich beim Eintritt in das Kesselgewölbe sogleich dem hellen Kesselgrunde zuwenden. Während also beim Absturz innerhalb des Helmes zunächst die phototaktische „Schreckbewegung“ des Tieres dem Absturz entgegenwirkte, wirkt sie nach dem Durchtritt durch die Sturzpforte im Sinne der Fallbewegung mit. Die Phototaxis der durch *A. nigrum* gefangenen Insekten läßt sich besonders leicht an den Dipteren nachweisen, welche wir dem Kessel eines solchen Blütenstandes entnehmen. Ich wählte einige Exemplare von *Sphaerocera subsullans*, *Borborus equinus* und eine *Phytomyza* aus und schloß sie in ein zylindrisches, durchsichtiges Glasröhrchen von 15 mm lichter Weite und 40 mm Länge ein, dessen Hohlraum durch einen gleich langen, in der Achse des Röhrchens angebrachten Glaszylinder

von 8 mm hatte ein andere w wählte G vereinfac hältnisse, fernung gewendet chens auf blieb die Zeit vert Hohlraum Wenn i gen au so die T der Gla auf de worauf si gleichmäf immer mi die Tiere „Schreck“ falls phot wohl kat wesentlic

Sch der St oberen Fanges (Fig. 74 C geräumig und weit größere T stand der phagus fu aus dem Art der I der von durch die in Fig. 74 typen mi Gew auf die A die angel

von 8 mm Durchmesser eingengt war. Das eine Ende des Röhrchens hatte einen flachen, rechtwinkelig aufsitzenden Boden aus Glas, das andere war mit einem Korkstöpsel verschlossen, in dessen Mitte der erwähnte Glaszylinder eingesetzt war. Dieses Glasgefäß bildete somit eine vereinfachte Nachbildung der im Kesselinnern vorhandenen Raumverhältnisse. Wenn ich das Röhrchen mit den Insekten in geeigneter Entfernung vom Fenster so hinlegte, daß das eine Ende dem Lichte zugewendet war, hielten sich die Tiere weit mehr in jenem Teile des Röhrchens auf, der zum Fenster gekehrt war, als im entgegengesetzten. Doch blieb dieser Zustand nicht fortwährend bestehen, sondern nach einiger Zeit verteilten sich oft die Fliegen wieder annähernd gleichmäßig im Hohlraum, um dann wieder an der Lichtseite zusammenzukommen. Wenn ich aber das Röhrchen durch leichtes Aufschlagen auf die Tischplatte einige Male erschütterte und so die Insassen „erschreckte“, dann stürzten diese von der Glaswand herunter und liefen, nachdem sie wieder auf den Beinen waren, sofort dem Lichte entgegen, worauf sie sich aber bald wieder in dem Röhrchen mehr oder weniger gleichmäßig verteilten. Diese Versuche habe ich oft wiederholt und immer mit einem solchen Erfolg. Auf diese Weise ließ sich zeigen, daß die Tiere auch beim Absturz in den Kessel eine positiv phototaktische „Schreckbewegung“ ausführen müssen. Bei den Dungkäfern, die ebenfalls phototaktisch reagieren, spielt dagegen die Phototaxis beim Absturz wohl kaum eine Rolle, da die Orientierungsbewegungen dieser Tiere wesentlich langsamer sind als die der Dipteren.

Schließlich muß noch darauf hingewiesen werden, daß die Enge der Sturzpforte und teilweise auch die Ausbildung der oberen Hindernisorgane an der Qualität des erzielten Fanges beteiligt ist. Wenn die Sturzpforte verhältnismäßig eng ist (Fig. 74 C), dann finden wir nur kleinere Tiere im Kessel; ist sie aber geräumig und stehen die Enden der Hindernisorgane weit voneinander und weit vom engsten Teile der Halswand ab, dann finden wir auch größere Tiere in der Beute des Blütenstandes. So ermöglichte der Blütenstand der Fig. 74 D und E, daß auch dickleibige Käfer (z. B. *Orthophagus fuscatus*, Fig. 74 F) gefangen werden konnten. Dies wird besonders aus dem Längsschnitte des Spatha-Halses klar. Ein Blütenstand nach Art der Fig. 74 C wäre hierzu nicht geeignet gewesen. Daß die meisten der von *A. nigrum* gefangenen Insekten bei allen Blütenständen leicht durch die Sturzpforte hindurchgelangen können, ergibt ein Vergleich der in Fig. 74 a bis i in natürlicher Größe wiedergegebenen wichtigsten Tier-typen mit den daneben befindlichen Abbildungen der Absturztrichter.

Gewöhnlich setzen sich die anfliegenden Insekten zunächst auf die Außenseite oder den Rand der Spatha. Dies gilt vor allem für die angelockten Zweiflügler. Manchmal fliegen sie aber auch unmittel-

bar ohne Berührung der Spatha auf die Keule zu.¹⁾ Nun ist aber die Oberfläche der noch stinkenden Keule infolge der kleinen Öltröpfchen ihrer Papillenoberfläche auch für Insekten mit Haftlappen meistens nicht gangbar. Es kann also auch ein Absturz von der Keule stattfinden, der aber, wenn er von der vorderen Seite erfolgt, oft nicht dazu führt, daß das Tier gefangen wird, weil die Keule häufig etwas aus der Helmöffnung hervorzustehen pflegt (vgl. Fig. 62 B, S. 388). Doch schwankt, wie ich feststellen konnte, die Gangbarkeit der Keulenoberfläche — wohl infolge verschieden starker Fettausscheidung der Epidermispapillen — auch am ersten Tage bei verschiedenen Individuen beträchtlich. Wenn auch manche Fliegen an manchen Keulen ohne Absturz heranzusteigen vermögen, so kann man doch nicht die Keule als „Leitstange“ in dem Sinne bezeichnen, wie dies gewöhnlich in den blütenökologischen Ausführungen über die *Arum*-Blütenstände geschieht.²⁾ Keule und Stiel bilden keinesfalls eine Stange, welche die Insekten in den Kessel hinein-„leitet“. Die Insekten haben ja gar nicht das „Bestreben“, sich in den Kessel hineinzubegeben, sie „wehren“ sich vielmehr soweit wie möglich dagegen, in diesen Raum hinabzugelangen. Die „Leitstangentheorie“ ist also, wenigstens soweit sie sich auf die Blütenstände der Gattung *Arum* bezieht, ein reines Phantasieprodukt, das jeder tatsächlichen Grundlage entbehrt.

3. Die Einrichtungen, welche das vorzeitige Entkommen der gefangenen Insekten verhindern.

Wenn wir einen Blütenstand von *A. nigrum*, der bereits Insekten gefangen hat, etwa am frühen Nachmittage des ersten Tages abschneiden und ihn in natürlicher Stellung unter Vermeidung des Welkens in ein Glasgefäß geben und dieses verschließen, so werden wir bemerken, daß bis zum Einbruche der Nacht keines der gefangenen Tiere sein Gefängnis verläßt. Werden nun die Tiere an diesem Tage von der Pflanze daran gehindert, den Kessel zu verlassen, oder bemühen sich jene überhaupt nicht, aus dem Kessel herauszukommen? Um diese Frage zu beantworten, müssen wir uns zunächst einen Einblick in den Kessel verschaffen, um

¹⁾ Da die Keule nicht ausschließlich oder wenigstens vorzugsweise als Anflugstelle verwendet wird, sind auch die in den blütenökologischen Schilderungen darüber gemachten Angaben nicht vollkommen richtig. So sagt z. B. Fr. W. Neger (1913, a. a. O., S. 612): „Das aus der Spatha herausragende keulenförmige Achsenende der Araceen, das auffallend gefärbt ist, sowie jener lange Perigonzipfel bei *Aristolochia macrura* . . . sind solche Anfluggelegenheiten für Dipteren.“ Die gleiche Auffassung findet man auch bei A. von Kerner (s. d. folgende Anmerkung).

²⁾ So sagt z. B. A. Kerner von Marilaun in seinem „Pflanzenleben“ (2. Aufl., Bd. 2, S. 147): „Diese Tiere setzen sich auf das aus der Tüte hervorragende Ende des Blütenkolbens und klettern von da abwärts in die kesselförmige Erweiterung, wo sie einen warmen Unterstand und überdies an den dünnwandigen und saftreichen, den Kessel im Innern auskleidenden Zellen auch Nahrung finden.“

das Treiben
nen. Zu dies
und es empl
nächst woll
Blütenstand
Stelle des B
mit einer La
förmige Öff
das Treiben
darin, daß
mit einer se
ein quadra
den. Dabei
Wandstück
wischen zu
an der dem
mit einem
schließen. I
des: einige
lichen Blüte
Am trägste
des Kessels
ob sie sich
unbeweglic
innerhalb d
weglicher, s
den Narben
nicht viel
Fliegen,
innenflä
bereitet. S
grenzende
Gehbewegu
vergeblich
Haftcharic
mals, au
lassen sie v
machte, beg
Abschnitt o
geschieden
Wanderung
den unte
kommen.
weitere Be

Nun ist aber
kleinen Öltröpf-
aftklappen mei-
der Keule stati-
oft nicht dazu
etwas aus der
Doch schwankt.
oberfläche
Hindernispapillen
ächtlich. Wenn
heranzusteigen
stange" in dem
biologischen Aus-
te und Stiel bil-
Kessel hinein-
ben", sich in den
weit wie möglich
stangentheorie"
de der Gattung
er tatsächlichen

kommen der

bereits Insekten
tages abschneiden
Welkens in ein
ir bemerken, daß
re sein Gefängnis
er Pflanze daran
ir jene überhaupt
e zu beantworten.
l verschaffen, um

ungsweise als Aufzug-
childerungen darüber
Neger (1913, a. a. O.,
sende der Araceen
Stolochit macraria ...
auffassung findet man

„Pflanzenleben“
r Tüte hervorragende
fförmige Erweiterung,
ligen und saftreichen.

das Treiben der darin eingeschlossenen Tiere genau beobachten zu können. Zu diesem Einblick vermögen wir auf zweifachem Wege zu gelangen, und es empfiehlt sich auch, diese beiden Möglichkeiten auszunützen. Zunächst wollen wir die Spatha und den Keulenstiel, während wir den Blütenstand vertikal halten, mit einem scharfen Messer an der engsten Stelle des Halses quer durchschneiden. Wir sind dann instande, bequem mit einer Lappe von passender Brennweite durch die so entstandene ringförmige Öffnung (Fig. 69 A, S. 403) in den Kessel hineinzusehen und das Treiben der Insekten zu verfolgen. Die andere Möglichkeit besteht darin, daß wir vorsichtig mit einem scharfen, spitzen Messer, am besten mit einer scharfen Lanzette, aus der Kesselwand in ihrer halben Höhe ein quadratisches Guckfenster von etwa 5 mm Seitenlänge herausschneiden. Dabei müssen wir aber sorgfältig vermeiden, das ausgeschnittene Wandstück in den Kesselhohlraum hineinzudrücken oder Insekten entweichen zu lassen. Wir machen dies am besten so, daß wir das Fenster an der dem Lichte abgekehrten Seite ausschneiden und das Loch sogleich mit einem bereitgehaltenen, möglichst dünnen Glimmerblättchen verschließen. Bei einer solchen Betrachtung der Tiere sehen wir nun folgendes: einige Tiere sitzen ruhig am Grunde des Kessels oder auf den weiblichen Blüten, andere dagegen steigen langsam auf der Kesselwand herum. Am trügsten sind die Dungkäfer. Sie befinden sich im untersten Teile des Kessels, manchmal machen sie Bewegungen, welche so aussehen, als ob sie sich vergraben wollten, dann sitzen sie wieder lange Zeit ganz unbeweglich da. Sie sind nicht instande, an irgendwelchen steilen Flächen innerhalb des Kessels emporzusteigen. Die Staphyliniden sind beweglicher, sie kriechen auf den Fruchtknoten herum und fressen die von den Narbenhaaren ausgeschiedene Flüssigkeit. Beim Klettern sind sie nicht viel geschickter als die Dungkäfer. Am beweglichsten sind die Fliegen. Sie laufen viel auf dem weißen Teile der Kesselinnenfläche herum, was ihnen keinerlei Schwierigkeiten bereitet. Sobald sie aber bei ihren Wanderungen an die nach oben angrenzende blaßrote Übergangszone des Kessels gelangen, werden ihre Gehbewegungen unsicher, man sieht, wie sie mit den Vorderbeinen oft vergeblich nach Halt suchen und sich dazwischen immer wieder die Haftvorrichtungen der Vorderbeine säubern. Es gelingt ihnen niemals, auf der roten Fläche emporzusteigen. Dann verlassen sie wieder die Stelle, welche ihnen das Weiterkommen unmöglich machte, fassen sich in den Kesselgrund hinab, gehen auf den weiblichen Abschnitt des Blütenstandes über und trinken etwas von der dort ausgeschiedenen Narbenflüssigkeit. Doch auch hier können sie bei ihren Wanderungen nicht beliebig weit nach oben weitergehen. Schon auf den unteren Hindernisorganen gibt es kein Vorwärtskommen. Immer wieder gleiten die aufgesetzten Beine ab und jede weitere Bewegung bringt keinen besseren Erfolg.

Sind nur wenige Insekten im Kessel, dann bleiben die Tiere meistens ruhig und machen nur zeitweise kleine Wanderungen. Ist der Kessel aber reich bevölkert, dann stoßen die Tiere oft aneinander an und es wird eine andauernde Unruhe hervorgerufen, die sich in einer fortwährenden Ortsveränderung der Insassen äußert. Selbst die Dungkäfer werden dann aus ihrer Trägheit aufgeschreckt. So kommt es, daß bei einem solchen Massenbesuch die Tiere auch aufeinander herumsteigen und die „Schreckbewegungen“ an Häufigkeit immer mehr zunehmen, solange der Kessel noch erleuchtet ist. Ruhe tritt erst dann ein, wenn die Dunkelheit und Kühle der Nacht auch den lebhaftesten Fliegen ihre Beweglichkeit nimmt.

a) Mechanische Vorkehrungen.

Wir konnten feststellen, daß selbst für jene Insekten, welche ausgezeichnete Gehwerkzeuge besitzen, bestimmte Flächenteile des Kessels innen ungangbar sind. Solche Flächen habe ich entsprechend den gemachten Beobachtungen vorhin als Gleitflächen bezeichnet, da die Insektenbeine an ihnen immer auszugleiten pflegen. Da sich der rote obere Teil der Kesselinnenfläche als solche Gleitfläche erwiesen hat, wollen wir die Ursachen des Ausgleitens an ihr noch genauer prüfen. Zunächst müssen wir fragen, weshalb die Krallen der Tiere dort keinen Halt finden. Betrachten wir zu diesem Zwecke die Fig. 66 A, B und die bei derselben Vergrößerung wiedergegebene Fig. 73 A und B, dann wird uns klar, daß eine Insektenkralle sich dort niemals ausreichend einhaken kann, auch nicht in den Epidermislücken, da diese bei ihrer Kleinheit und ihrer Lage zwischen den Epidermispapillen für die Krallenspitzen viel zu schwer zugänglich sind. Daß auch die Haftschreiben der Insektenbeine an diesen Zellen wirkungslos werden, ergibt sich aus den Öltröpfchen, welche auf den Papillen ausgeschieden sind (Fig. 65 B, C, S. 395). Die Richtigkeit dieser Überlegung läßt sich leicht mit Hilfe des folgenden Versuches zeigen. Wir nehmen von einer frischen, gut geformten Spatha des ersten Tages an der mit *o* bezeichneten Stelle der Fig. 75 den oberen Teil samt der Keule weg. Dann führen wir noch ganz unten an der Basis des Kessels einen Schnitt aus, der (bei *n*) die Ansatzstellen des Hüllblattes von der Achse und gleichzeitig den weiblichen Teil des Blütenstandes vom Grunde des Kessels abtrennt. Wenn wir mit der linken Hand den Kessel festhalten, können wir nun mit der rechten aus der so entstandenen unteren Öffnung des Kessels den Blütenkolben vorsichtig nach unten herausziehen. Dabei bemühen wir uns, möglichst wenig mit den Blüten und Hindernissen an die Wand des Kessels anzustreifen. Das auf diese Weise erhaltene Wandstück des Kessels verschließen wir an der unteren Öffnung mit einem Wattopropfen (Fig. 75 B), halten es aufrecht wie in der genannten Fig. B und geben Fliegen oder Ameisen, die wir in einem der unverschritten Kessel gefunden hatten, in den Hohl-

raum hinein. Die Tiere beobachten: Die (lappen) an der Innenfläche können wir der roten (wir die Insassenden, dann den natürlichen Sturzpforte obere Öffnung schließen und untere Öffnung des Kessels wieder durchführen. Werkzeugen, da der roten (es jetzt recht was lang einfach da Tiere, wie geht, nun letzung der sehen den dermispapill steilen Fläche emporsteigen uns, daß wirklich die tätigung an halten sich verschiedener *tristis*, Fig. deren Begegerüstet Kessels wie für ihre Bnormaler Fläche der verwendet mögen dies

die Tiere mei-
Ist der Kessel
ler an und es
er fortwähren-
gkäfer werden
laß bei einem
steigen und die
n, solange der
n die Dunkel-
n ihre Beweg-

a, welche aus-
le des Kessel-
ehend den ge-
bezeichnet, da
sich der rote
Gleitfläche er-
er noch genauer
der Tiere dort
ig. 66 A, B und
und B, dann
sreichend ein-
bei ihrer Klein-
r die Krallen-
ftscheiben
ergibt sich aus
I (Fig. 65 B, C,
mit Hilfe des
n, gut geform-
lle der Fig. 75
ch ganz unten
Ansatzstellen
ieichen Teil des
mit der linken
ten aus der so
oben vorsichtig
st wenig mit
ustreifen. Das
ließen wir an
halten es auf-
r Ameisen,
in den Hohl-

raum hinein. Nun können wir von oben her bequem das Benehmen der Tiere beobachten. Es bestätigt sich das, was wir schon festgestellt haben: Die mit guten Kletterwerkzeugen (Krallen und Haftlappen) ausgestatteten Tiere vermögen nur so weit an der Kesselinnenfläche emporzusteigen, als diese eine weiße Färbung besitzt. Auch können wir wieder die Putzbewegungen der Tiere an der unteren Grenze der roten Gleitzone wahrnehmen. Nun nehmen

wir die Insekten heraus, bewahren sie in einem passenden, reinen Glasgefäß auf und drehen dann den Kessel um 180 Grad um, so daß das natürliche obere Ende, also die ursprüngliche Sturzpforte, jetzt unten liegt. Die nunmehr obere Öffnung machen wir frei und verschließen mit einem Wattepfropf die jetzige untere Öffnung (Fig. 75 C). Bei dieser Stellung des Kessels geben wir in dessen Höhlung nun wieder die früher verwendeten Insekten hinein. Wir können uns leicht davon überzeugen, daß dieselben Tiere, welche früher auf der roten Fläche nicht emporsteigen konnten, es jetzt recht gut vermögen, wenn auch oft etwas langsam. Wie konnte das sein? Ganz einfach dadurch, daß sich unsere Versuchstiere, wie aus der Fig. 66 B (S. 398) hervor- geht, nun mit Hilfe ihrer Krallen ohne Ver- letzung der Epidermiszellen in die Fugen zwi- schen den jetzt nach oben gerichteten Epi- dermisapillien einhängen und so an der steilen Fläche ohne Mithilfe der Haftlappen emporsteigen können. Dieses Ergebnis zeigt uns, daß bei normaler Stellung des Kessels wirklich die Krallen der Tiere in ihrer Be- tätigung ausgeschaltet waren. Anders ver- halten sich bei einem solchen Versuche die verschiedenen Dungkäfer (z. B. *Aphodius tristis*, Fig. 74 h, S. 425, und Fig. 73 B, S. 422), deren Beine nur mit Krallen aus- gerüstet sind. Diese Käfer müssen sich bei der normalen Stellung des Kessels während des ersten Tages stets am Kesselgrunde aufhalten, da für ihre Beine die senkrecht stehenden Teile der Kesselinnenfläche bei normaler Stellung des Kessels gerade so wenig gangbar ist wie die Ober- fläche der Hindernisse. Wird das bei dem eben beschriebenen Versuche verwendete Kesselrohr verkehrt aufgestellt (wie in Fig. 75 C), dann ver- mögen diese Käfer wohl mit Hilfe ihrer Krallen etwas an der roten Wand-

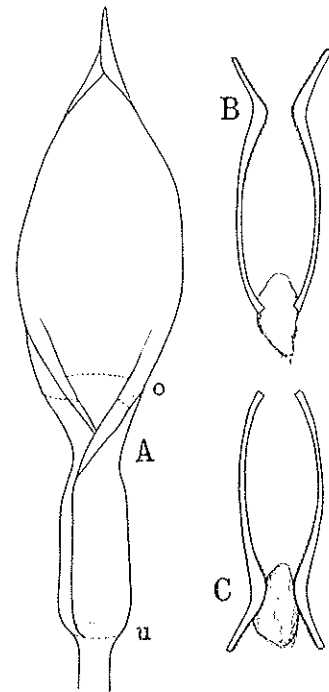


Fig. 75. Zu den Versuchen über die Gangbarkeit der Spatha-Gleitflächen.

A Nach Wegnahme der Keule wurde durch quergeführte Schnitte an den Linien o und u der Spatha-Unterteil als Röhre losgetrennt. B diese Röhre in aufrechter, C in verkehrter Stellung, unten mit einem Wattepfropfen verschlossen, der Länge nach durchschnitten gedacht. — (1/2 der nat. Größe.)

partie emporzuklettern, stürzen aber gewöhnlich schon von der weniger saft gefärbten, schwächer papillösen Fläche herab, noch ehe sie die nahezu ebene weiße Zone erreicht hatten. Daß die weiße Wandpartie für solche haftlappenlose Käfer in jeder Lage unersteigbar sein muß, ergibt ein Vergleich der Fig. 66 C, D (S. 398) mit Fig. 73 B (S. 422). Aus den vorhin mitgeteilten Versuchsergebnissen geht auch deutlich hervor, daß jenes fette Öl, das auf der Epidermisoberfläche ausgeschieden ist, unter den angegebenen Umständen wohl die Haftlappen, nicht aber die Krallen an ihrer Funktion zu hindern vermag.

Bei der Betrachtung der Insekten durch ein in die Kesselwand geschnittenes Guckfenster waren auch die Kletterversuche der Insekten an dem unteren Hindernis zu sehen. Daß die Fliegen dort nicht weiter emporklettern konnten, erscheint uns leicht verständlich, da die Krallen an den fugenlosen, glatten Epidermen keinen Halt finden und die anderen Haftenrichtungen durch Öltröpfchen um ihre sonstige Wirkung gebracht werden (Fig. 73 A, B, D). Auch das obere Hindernis verhält sich so, wie man sich durch Versuche mit passenden Insekten leicht überzeugen kann. Daß ich hier immer besonders die Fliegen (und Ameisen) hervorhebe und nicht auch von den Käfern spreche, hat darin seinen Grund, daß die in Betracht kommenden Käfer bloß Krallen und keine Haftlappen besitzen. Für solche Insekten sind ausnahmslos alle jene Flächen unersteigbar, welche für die Beine der in den Blütenständen anzutreffenden Fliegen oder Ameisen keinen Halt bieten. Deshalb habe ich auch zur genaueren Untersuchung der Gangbarkeit verschiedener Epidermisoberflächen immer nur die Fliegen und Ameisen herangezogen.

Diese Hindernisorgane sind also nicht deshalb für Tiere unübersteigbar, weil sie ihnen wie Schranken den Weg versperren und zunächst nicht zur Seite gebogen werden können, sondern nur deshalb, weil sich die Tiere mit ihren Haftenrichtungen nicht in der für das Überklettern notwendigen Weise daran festhalten vermögen.

Sind sehr zahlreiche Insekten in einem Kessel vorhanden und bewegen sich diese sehr lebhaft darinnen herum, dann werden von dem unteren Teil aller Gleitflächen (sowohl der Kesselwand als auch der Hindernisse) die Öltröpfchen durch die Insekten abgestreift, so daß sie nun für einen Teil dieser Tiere gangbar werden. Damit ist aber für diese Insekten am ersten Tage noch keine Möglichkeit gegeben, ihr Gefängnis zu verlassen, da über den gangbar gewordenen Stellen noch immer genügend unversehrte Gleitflächen übrig bleiben, um die Tiere am Entweichen zu verhindern.

Wenn Blütenständen der ganzen sie sich doch am besten untere Teil die Kessel dort auch ; tiv leicht ; Tageslicht den Blüten Streifen se

Da d rasch dem Hauptansa Teil des f Gleitfläche des daran

Oft li geschlosser die gegen ten. Dergl auch nicht ist. Zur A gehört, daß maße vor s von der rech hat das T gegen den nicht, da d die Sturz das auf de durch die r teils verdec (S. 425) lei aus diesem zwischen K fliegenden auch noch ten auseina liegenden l durch Vers Raumverhä

b) Optische Vorkehrungen.

Wenn sich auch, wie schon erwähnt wurde, die in den *Arum*-Blütenständen gefangenen Insekten teilweise und von Zeit zu Zeit auf der ganzen gangbaren Innenfläche des Hohlraumes zerstreuen, so halten sie sich doch in überwiegendem Maße dort auf, wo die Beleuchtung am besten ist. Der bestbeleuchtete Teil des Kessels ist der untere Teil, wo die Wand nahezu farblos ist. Abgesehen davon, daß die Kesselwand an dieser Stelle keinen roten Farbstoff enthält, ist sie dort auch am meisten durchscheinend. Davon kann man sich auch objektiv leicht überzeugen, wenn man einen Streifen eines photographischen Tageslichtpapiers von der Halsöffnung her in den Kessel einschiebt und den Blütenstand dann dem unmittelbaren Sonnenlicht aussetzt. Der Streifen schwärzt sich am raschesten im untersten Teile des Kessels.

Da die Tiere, wenn sie sich gegenseitig „erschrecken“, meistens rasch dem Lichte zustreben, wird bei einem stärker besuchten Kessel die Hauptansammlung der Tiere immer wieder gegen den untersten hellsten Teil des Kessels gelenkt und dadurch eine vorzeitige Abnützung der Gleitflächen des Kesselgewölbes und der Hindernisse durch Abstreifen des daran befindlichen Ölüberzuges vermieden.

Oft liest man, daß die in den Kesseln der *Arum*-Blütenstände eingeschlossenen Insekten ihrem Gefängnis mit Hilfe von Flugbewegungen, die gegen den Eingang (Sturzpforte) gerichtet sind, zu entriechen trachten. Dergleichen habe ich jedoch nie beobachtet, und es scheint mir auch nicht wahrscheinlich, daß dies im vorliegenden Falle möglich ist. Zur Auslösung von wirksamen Flugbewegungen bei Taginsekten gehört, daß ein solches Tier einen freien Flugraum von bestimmtem Ausmaße vor sich sieht. Man betrachte in dieser Hinsicht Fig. 63 (S. 391). Nur von der rechts liegenden Seite der gangbaren Zone der Kesselinnenwand hat das Tier einen beschränkten Ausblick aus der Spatha, allenfalls gegen den freien Himmel, von allen anderen Seiten der Innenfläche aber nicht, da der Helm den größten Teil des Himmelsfeldes, das sonst durch die Sturzpforte von unten her sichtbar wäre, verdeckt. Für ein Tier, das auf den weiblichen Blüten sich bewegt, ist der Ausblick nach oben durch die männlichen Blüten und die Hindernisorgane ebenfalls größtenteils verdeckt, was man sich nach der Betrachtung der Fig. 63 und 74 F (S. 425) leicht vorstellen kann. Der Trieb zum Emporfliegen könnte schon aus diesem Grunde nicht groß sein. Dazu kommt noch, daß der Raum zwischen Kessel und Blütenkolben im Vergleich zu der Körpergröße des fliegenden Insektes sehr eng ist. Das Bild des Raumes muß für die Tiere auch noch dadurch verengt erscheinen, daß die nach verschiedenen Seiten auseinanderspreizenden Borsten der Hindernisse den vor den Insekten liegenden Raum noch stärker gliedern (Fig. 74 F). Man kann sich leicht durch Versuche mit passenden Glasgefäßen, welche in ihrem Innern die Raumverhältnisse des Kessels annähernd genau wiedergeben, davon

überzeugen, daß diese Tiere in einem derart eingegrenzten Raume wohl den Antrieb zu Gehbewegungen, allenfalls unter Flügelschwirren, nicht aber zum regelrechten Fliegen besitzen. Voraussetzung für ein solches Verhalten der Dipteren ist jedoch, daß die Teile eines derartigen Versuchsgefäßes nicht vollkommen durchsichtig, sondern wie die Kesselwand von *Arum* nur durchscheinend sind.

e) Die Versorgung der Tiere während ihrer Gefangenschaft.

Da die gefangenen Insekten oft 24 Stunden, manche von ihnen auch noch etwas länger in ihrer Zwangsunterkunft zu verweilen haben, bis sie, mit Pollen beladen, sich wieder entfernen können, so wäre der Pflanze nicht gedient, wenn die Insekten während ihres Aufenthaltes im Kessel irgendwie Schaden leiden würden. Das große Feuchtigkeitsbedürfnis der Fliegen ist bekannt.¹⁾ Diesem Bedürfnis ist teilweise dadurch Rechnung getragen, daß die Luft des Innenraumes der Spatha infolge der starken Transpiration der Epidermispapillen (vgl. S. 394) stets mit Wasserdampf reichlich versehen ist. Für die Flüssigkeitsaufnahme der Insekten ist durch die Tropfenausscheidung an den Narbenhaaren (S. 402) ausreichend gesorgt. Diese Flüssigkeit wird sowohl von Fliegen verzehrt als auch von manchen Käfern. So sah ich öfters Staphyliniden, die sich bei diesen Tropfen zu schaffen machten. Da solche Narbentropfen verschiedene organische Stoffe enthalten, ist wohl auch teilweise eine Ernährung der Gefangenen möglich gemacht. Wie weit sich die größeren Dungkäfer (*Aphodius* u. a.) in dem Kessel verköstigen können, vermag ich nicht anzugeben.²⁾

Wenn der Insektenbesuch ein sehr reicher ist, dann wird auch die ausreichende Durchlüftung des Kessels von Wichtigkeit sein. Es wird ja die von den Tieren ausgeatmete Kohlensäure durch verhältnismäßig große Mengen des gleichen Gases, welches der Kolben (Keule und Hindernisse) während der Wärmeperiode erzeugt, beträchtlich vermehrt. Die Durchlüftung wird indessen dadurch sichergestellt, daß oben die Sturzpforte zwar eng, aber doch noch ausreichend offen ist, die Spatha-Ränder in der Kesselregion nicht absolut dicht aufeinanderliegen und auch die Lückenepidermis (an Stelle einer Epidermis mit Spaltöffnungen für den Gasverkehr auf dem Wege des Interzellularsystems) den Luftaustausch zwischen dem Kesselraum und seiner Umgebung besorgt.

Alle diese Vorkehrungen hindern aber nicht, daß trotzdem manchmal einige Tiere, besonders zartere Zweiflügler, zugrunde gehen, wenn der

¹⁾ Die Imagines mancher Dipteren gehen schon zugrunde, wenn sie sich, ohne zu trinken, einen halben Tag lang in trockener Luft aufhalten müssen.

²⁾ Die Angabe A. Kerners von Marilann, daß bei den *Arum*-Blütenständen sich die im Kessel gefangenen Insekten dadurch verköstigen, daß sie „die dünnwandigen und saftreichen, den Kessel im Innern auskleidenden Zellen“ (vgl. das Zitat in meiner Anmerkung 2 auf S. 428) fressen, beruht auf einer unrichtigen Beobachtung.

Kesselhohlraum mit dem Kessel wieder die meisten unter diesen

Während der einbrechenden welche in c daß im Kessel Insekten be und den Blü füllt nun di unmittelbar und die auf

4. 1

Ich su reichlich In in geeignete zeitlich begab ich 1 6 Uhr früh r halb der De Pflanze noc nach und n erschien Blütenst Flügeln und andere stieg der Keulen Stelle. An sich gemiel Nach und 1

Dieses frühen Vor Blütenstand Tiere, welche *rocera* u. a. Später kom Kessel eine Käfer entha 9 Käfer (*A* davongeflog

Kesselhohlraum allzu dicht mit Insekten angefüllt ist. Diese Tiere werden dann mitunter im Gedränge beschädigt und sterben, noch ehe sie den Kessel wieder verlassen konnten. Das sind aber nur Ausnahmefälle, da die meisten Besucher leicht imstande sind, ihren Gefängnisaufenthalt unter diesen Umständen ohne Schädigung zu überleben.

Während der Nacht hört die Flüssigkeitsabsonderung in der Narbengegend der Fruchtknoten auf. Mittlerweile haben sich die Insekten bei einbrechender Dunkelheit zur Ruhe begeben, und die Kälte der Nacht, welche in den Frühjahrstagen oft recht beträchtlich ist, trägt dazu bei, daß im Kessel dann wirklich Nachtruhe eintritt — wenigstens was die Insekten betrifft. Dagegen beginnen erst jetzt die Antheren sich zu öffnen und den Blütenstaub aus den Staubfächern hervorzupressen. Dieser Staub fällt nun die Nacht hindurch auf den Grund des Kessels hinab, dabei die unmittelbar darunter befindlichen Hindernisborsten, die Fruchtknoten und die auf dem Kesselboden sitzenden Tiere dicht bedeckend.

4. Die Befreiung der Tiere aus der Gefangenschaft.

Ich suchte mir im Freien öfters Blütenstände aus, welche tagsüber reichlich Insekten eingefangen hatten, bezeichnete sie an Ort und Stelle in geeigneter Weise und betrachtete dann am darauffolgenden Morgen zeitlich in der Frühe, was an diesen Blütenständen vorging. So begab ich mich z. B. am 15. Mai in eine kleine Doline und begann um 6 Uhr früh meine Beobachtungen. Es war ein sehr schöner Morgen, außerhalb der Doline heller Sonnenschein, doch war es in der Umgebung der Pflanze noch ziemlich kühl. Ich konnte nun sehr gut beobachten, wie nach und nach die Insekten aus dem Blütenstande hervorkamen. Alle erschienen auf dem Keulenstiel. Sie waren dicht mit Blütenstaub beladen, besonders am Kopf, auf der Brust, an Flügeln und Füßen. Einige krochen ein wenig an der Keule empor, wieder andere stiegen langsam vom Keulenstiel auf die Spatha hinüber, dort wo der Keulenstiel an diese anzustehen pflegt, an einer zufällig gangbaren Stelle. An diesen Teilen blieben sie dann oft lange sitzen und putzten sich gemächlich den allzu reichlich auf ihnen liegenden Blütenstaub weg. Nach und nach flogen die Tiere von dem Blütenstande fort.

Dieses Abwandern der Tiere geht in den Morgenstunden und am frühen Vormittag vor sich, besonders dann, wenn die Sonne auf den Blütenstand fällt und die Luft schon etwas wärmer wird. Die ersten Tiere, welche auf dem Keulenstiel erscheinen, sind die Fliegen (*Sphaerocera* u. a.). Diese sind unter den gefangenen Tieren die lebhaftesten. Später kommen dann erst die schwerfälligeren Käfer. So sah ich im Kessel eines Blütenstandes, der am Abend zuvor zahlreiche Fliegen und Käfer enthalten hatte, am darauffolgenden Vormittag (11 Uhr) nur noch 9 Käfer (*Aphodius merdarius* F.), während die übrigen Insassen bereits davongeflogen waren. Dieser Blütenstand sah sehr frisch aus, die Spatha

fund ich voll turgeszent, doch war an der Keule kein Duft mehr vorhanden. Manchmal findet man noch zwei oder drei Tage nach dem Öffnen der Antheren irgendeinen besonders plumpen unbeholfenen Käfer (z. B. *Oonthophagus furcatus*) im Kessel. Doch gelangen schließlich auch diese Tiere rechtzeitig ins Freie. Wenigstens fand ich niemals solche Käfer als Leichen in einem Blütenstande mit weiter vorgeschrittener Fruchtentwicklung.

Wiederholt wurde von den Blütenökologen die Ansicht geäußert, daß die von den *Aram*-Blütenständen gefangenen Insekten auch dadurch ins Freie gelangen können, daß nach einiger Zeit die ursprünglich fest aneinander schließenden Spatha-Ränder der Kesselgegend ihren Zusammenhang lockern und dann so weit auseinanderweichen, daß auch auf diesem Wege den im Kessel eingeschlossenen Tieren das Entkommen möglich wird.¹⁾ Dergleichen habe ich bei *A. nigrum* niemals beobachtet, und ich habe die Überzeugung gewonnen, daß dies bei der eben genannten Art auch nicht vorkommt. Die gefangenen Insekten pflegen ja mit geringfügigen Ausnahmen ihr Gefängnis schon am zweiten Tage wieder zu verlassen, und an diesem Tage der Anthese zeigte sich bei keinem der zahlreichen von mir beobachteten Blütenstände ein Welken und Auseinanderweichen der fest aneinanderliegenden Blattränder des Kesselabschnittes. Es könnte höchstens einmal der Fall eintreten, daß ein besonders großer, im Aufwärtsklettern ungeschickter Käfer nach einem mehrtägigen Aufenthalt im Kessel auf diesem ungewöhnlichen Weg sich gewaltsam aus der bereits welkenden Spatha herauszwängt und so seine frühere Freiheit wiedergewinnt.

Die Blütenstände setzen, wie ich feststellen konnte, ohne Mitwirkung der Insekten keine Früchte an. Nach den durchschnittlich erzielten Besuchen werden aber die allermeisten Fruchtknoten schließlich zu voll entwickelten Früchten. Daraus ergibt sich, daß die Tiere, welche eben einen Kessel von *A. nigrum* verlassen, in vielen Fällen bald wieder in einen anderen Kessel gelangen und dort in ausreichender Weise die Bestäubung durchführen.

Nachdem noch am vorhergehenden Abend der Ausgang des Kessels für die Insekten infolge verschiedener Gleithindernisse nicht erreichbar war, so müssen wir uns jetzt fragen, auf welche Weise nun über Nacht den Insekten der Ausgang freigegeben wurde. Wenn wir am Vormittag des zweiten Tages einen Blütenstand abschneiden und die bereits bekannten Gleitflächen mit Hilfe von Ameisen — was vollständig genügt — auf ihre Gangbarkeit prüfen, so finden wir, daß die Kesselinnenfläche in ihrem roten oberen Abschnitt am zweiten Tage noch geradeso ungangbar ist wie am Tage vorher. Dagegen ist aber über Nacht der ganze

¹⁾ Vgl. hierzu die in diesem Sinne gehaltene Darstellung von Kirchner, welche ich auf S. 386 der Einleitung wiedergegeben habe.

Blütenkolle
bar geworde
änderung diese
ben habe, gibt da
und durch Fett
gangbare Epid
eingefallen,
sich (bei den Hi
webe in einem Zi
Oberfläche,
erkennen gibt (vg
Insekten ob
mit deren Bil
später — den K
geworden, wessa
wenn sie endliel

Die Abflu
fläche durch das
wieder gut gang
stieles einzelne
bar wurden, so
wie von der Ke
Trichters entsteh
Frühjahr so häu
Bewegung der
Trichtergrundes
zugrunde gehen.

5. Die Ferns

Wir haben
über die Blütens
aber wir wissen
Ferne zu den Bl
ken Kotgeruch f
Kotinsekten sind
den Gedanken z
und daß er die
oft in der Biolog
leuchtend ersche
Ich erachtete es
zwischen dem E
Experimente

Blütenkolben von der Kesselbasis bis zur Keule gangbar geworden. Die am zweiten Tage eintretende anatomische Veränderung dieser Teile, welche ich bereits auf S. 406 f. und S. 410 f. beschrieben habe, gibt darüber Aufschluß, wie dies möglich ist. Die früher glatten und durch Fettröpfchen auch für wohlausgestattete Insektenbeine ungangbare Epidermis ist nun verweicht, ihre Zellen sind eingefallen, gerunzelt und weich geworden. Oft befinden sich (bei den Hindernisorganen) auch schon die darunterliegenden Gewebe in einem Zustande des Verfalles. In diese weiche, runzelige Oberfläche, die sich nun durch das matte Aussehen als solche zu erkennen gibt (vgl. Fig. 67 B, Fig. 70 C und D, Fig. 71 E), können alle Insekten ohne Ausnahme ihre Krallen einhaken und mit deren Hilfe — die geschickteren früher, die weniger geschickten später — den Kessel verlassen. Damit ist nun auch verständlich geworden, weshalb alle diese Tiere immer am Keulenstiel heraufkommen, wenn sie endlich aus dem Gefängnis entweichen.

Die Abflugstelle ist gewöhnlich der Keulenstiel, dessen Oberfläche durch das Zusammensinken der Epidermiszellen (vgl. S. 410 f.) nun wieder gut gangbar geworden ist. Wenn in der Nähe des Keulenstiels einzelne Stellen der Spatha-Innenfläche (Trichterhals) gangbar wurden, so kann auch von dort aus der Abflug erfolgen, ebenso wie von der Keule selbst. Solche gangbare Stellen am Grunde des Trichters entstehen oft dadurch, daß bei windigem Wetter, welches im Frühjahr so häufig ist, der Keulenstiel durch die vom Winde bewirkte Bewegung der Spatha und der Keule an den Papillen des vorderen Trichtergrundes so lange reibt, bis die Zellen beschädigt werden und zugrunde gehen.

5. Die Fernanlockung der Insekten durch die Blütenstände.

Wir haben bisher bereits sehr viele bemerkenswerte Einzelheiten über die Blütenstände von *A. nigrum* und über seine Besucher erfahren, aber wir wissen noch immer nicht, auf welche Weise die Tiere aus der Ferne zu den Blütenständen gelangen. Da wir an den Keulen einen starken Kotgeruch feststellen konnten und die Besucher fast ausschließlich Kotinsekten sind, so gehörte keine besondere Phantasie dazu, um auf den Gedanken zu kommen, daß dieser Duft den Insekten „angepaßt“ ist und daß er die Tiere aus der Ferne herbeilockt. Allein wir wissen, wie oft in der Biologie solche Analogieschlüsse, auch wenn sie noch so einleuchtend erscheinen, sich schließlich als unberechtigt erwiesen haben. Ich erachtete es deshalb als notwendig, die Frage des Zusammenhanges zwischen dem Duft und dem Herankommen der Insekten mit Hilfe von Experimenten einer unbedingt verlässlichen Antwort zuzuführen.

a) Allgemeines über die Fernwirkung.

Es erscheint zunächst als möglich, die chemische Fernwirkung¹⁾ der Keule von *A. nigrum* so festzustellen, daß man von den Blütenständen im Zustande des ersten Tages, während sie sich noch auf dem natürlichen Standorte befinden, die Keulen wegnimmt und dann eine Verringerung oder ein vollständiges Unterbleiben des Insektenbesuches erwartet. Da aber auch unversehrte Blütenstände mit stinkender Keule infolge äußerer Umstände (stärkerer Wind, räumlich ungünstiger Standort) manchmal keine oder nur spärliche Besuche erhalten (vgl. S. 416 f.), so wären auf die anfangs erwähnte Art nur dann verwertbare Erfolge zu erzielen, wenn man solche Versuche in so großer Anzahl anstellt, daß uns der negative Ausfall einer solchen Statistik genügend glaubwürdig erschiene. Viel sicherer und rascher war jedoch ein Erfolg zu erzielen, wenn ich die chemische Fernwirkung der von der Pflanze abgetrennten Keule untersuchte.

Ich habe schon früher (S. 411) darauf hingewiesen, daß eine Keule, welche wir von dem Blütenstand am ersten Tag abschneiden, bei geeigneter Behandlung länger als 24 Stunden den uns unangenehmen Duft aussendet, daß dieser Duft dann aber nicht jene Stärke erreicht, die wir an der unversehrten Pflanze wahrnehmen. Wir müssen also damit rechnen, daß möglicherweise die chemische Fernwirkung auf die Tiere bei den abgeschnittenen Keulen etwas geringer ausfallen wird als bei solchen, die noch mit der ganzen Pflanze zusammenhängen.

Es gibt verschiedene Möglichkeiten, die Insekten, welche allenfalls durch den Duft der Keule angelockt werden, so in der Nähe festzuhalten, daß man den Erfolg der Fernwirkung auch noch nachträglich feststellen

¹⁾ Fernwirkung und Nahwirkung der Blumen habe ich folgendermaßen definiert: „Unter Fernwirkung verstehe ich die Wirkung der Blüte (Blume) auf ein Tier, das sich noch nicht unmittelbar vor ihr befindet. Die Nahwirkung tritt dann ein, wenn das Tier so nahe an die Blume herangekommen ist, daß es sie irgendwie berührt oder zu berühren vermag.“ (Vgl. Lichtsinn und Blütenbesuch d. Falters von *Deilephila livornica*, Zeitschr. f. vergl. Physiologie, 2. Bd., 1925, S. 330, Ann. 1.) Wenn infolge einer solchen Fern- oder Nahwirkung der Blume eine zu dieser gerichtete Bewegung des Tieres ausgelöst wird, welche es der Blume immer näher bringt, so spreche ich von Fern- und Nahanköckung des Tieres durch eine bestimmte Blume. Wenn z. B. eine Honigbiene aus einer Entfernung von mehreren Metern auf eine Blume zusteuert, so wurde dies durch die (optische) Fernwirkung der Blume verursacht. Wenn dann die nur mehr einige Zentimeter von dieser Blume entfernte Biene durch den Blumenduft veranlaßt wird, sich auf ihr niederzulassen, so bezeichne ich dies als Nahwirkung der Blume. (Vgl. auch meine Darlegungen in: Ins. u. Blumen, II., S. 21 ff.) Dabei möchte ich den Begriff der Nahwirkung nicht allzu eng nehmen, da ohnedies nicht immer eine scharfe Grenze zwischen Nahwirkung und Fernwirkung erwartet werden kann. Wenn eine Blume z. B. mit einem und demselben optischen Mittel sowohl in der Ferne als auch in nächster Nähe bestimmte Wirkungen auf einen Blütenbesucher auszuüben vermag, dann kann die Grenze zwischen beiden Wirkungsbereichen mehr oder weniger verschwinden.

kann. Am besten
welche die Pflanze
bietet sich auch
Funktion der Gl
suches auf ihre
Zwecke aus geei
in ihrer phys
Spatha gleic
eine möglicherwe
liche, noch s
dabei in vieler
suchen, schaffen
dell“, das wir

b) Gl

z)

Nach verse
weiterführten, ge
suchsmodell, das
Schilderung des
Da bei allen che
methodischen Ar
Versuchsobjekt z
wandfrei rein ge
Material ist das
eignete *Arum*-Sp
wie die natürlich
herumbewegen.
Annahme, daß d
stinkende Keule
eine natürliche z

Fig. 76 A z
bei einem Versue
Jedes Modell be
in der Gestalt d
Unterteil (u)
aus einer hohlen
stellt und dazu
und frisch zu ei
wie es der Läng
Oberteiles, der
wird in die Öffnu
dem zuvor die z

kann. Am besten erscheint es mir, hierzu jene Methode anzuwenden, welche die Pflanze selbst dafür vorgesehen hat. Dabei bietet sich auch die erwünschte Gelegenheit, meine Auffassung über die Funktion der Gleiteinrichtungen des Blütenstandes mit Hilfe des Versuches auf ihre Richtigkeit weiter zu prüfen. Wir stellen uns zu diesem Zwecke aus geeignetem Material eine Vorrichtung her, welche in ihrer physikalischen Wirkung im wesentlichen der *Spatha* gleichwertig ist, und verwenden dabei als Köder für eine möglicherweise vorhandene chemische Fernanlockung die natürliche, noch stinkende Keule von *A. nigrum*. Insofern, als wir dabei in vieler Hinsicht Anlehnung an die natürlichen Verhältnisse suchen, schaffen wir uns so ein den Blütenstand nachahmendes „Modell“, das wir unseren Absichten dienstbar machen können.

b) Glasmodelle der Blütenstände als Versuchsbehelfe.

1) Die Beschaffenheit der Modelle.

Nach verschiedenen Bemühungen, die mich von Stufe zu Stufe weiterführten, gelangte ich schließlich zu einem sehr brauchbaren Versuchsmodell, das ich nun beschreiben möchte, ohne den Leser mit der Schilderung des hierzu erforderlichen Entwicklungsganges zu behelligen. Da bei allen chemischen Untersuchungen die Reinlichkeit eine der ersten methodischen Anforderungen darstellt, mußte ich danach trachten, ein Versuchsobjekt zu bauen, welches in jeder Hinsicht gereinigt und einwandfrei rein gehalten werden kann. Ein für solche Zwecke bewährtes Material ist das Glas. So ging mein Plan dahin, eine für Versuche geeignete *Arum*-*Spatha* aus Glas zu konstruieren, die in gleicher Weise wie die natürliche *Spatha* instande wäre, Insekten, welche sich auf ihr herumzubewegen, zu fangen und gefangen zu halten. Entsprechend der Annahme, daß die Fernanlockung bei den *Arum*-Blütenständen durch die stinkende Keule besorgt wird, sollte dann in ein derartiges Glasmodell eine natürliche *Arum*-Keule als Köder eingesetzt werden.

Fig. 76 A zeigt ein solches *Arum*-Modell in vollständiger Ausrüstung bei einem Versuche. Die einzelnen Teile sind auch in Fig. 76 B, C, D zu sehen. Jedes Modell besteht aus drei Glasteilen: aus einem Obertheil (*o*), der in der Gestalt dem Helm einer *Arum*-*Spatha* nachgebildet ist, aus einem Untertheil (*u*), welcher dem *Spatha*-Untertheil (Kessel) entspricht, und aus einer hohlen Säule (*s*), welche die Achse des ganzen Gebildes darstellt und dazu bestimmt ist, beim Versuch eine *Arum*-Keule zu tragen und frisch zu erhalten. Diese drei Teile werden so ineinandergesteckt, wie es der Längsschnitt der Fig. B wiedergibt. Der Halsabschnitt des Obertheiles, der sich nach unten schwach trichterförmig verschmälert, wird in die Öffnung des Untertheiles in vertikaler Stellung eingesetzt, nachdem zuvor die Säule mit ihrem unteren, geschlossenen Ende in den ver-

schmälerten Stiel des Unterteiles eingeschoben worden war. Die Ober-
 teile habe ich mir sowohl aus klarem, schwarzpurpurnem
 Glas als auch aus weißem Mattglas¹⁾ anfertigen lassen. Um
 ein Modell zu der dem natürlichen Verhalten entsprechenden Gleit-
 falle zu machen, müssen erst bestimmte Flächen zu Gleitflächen

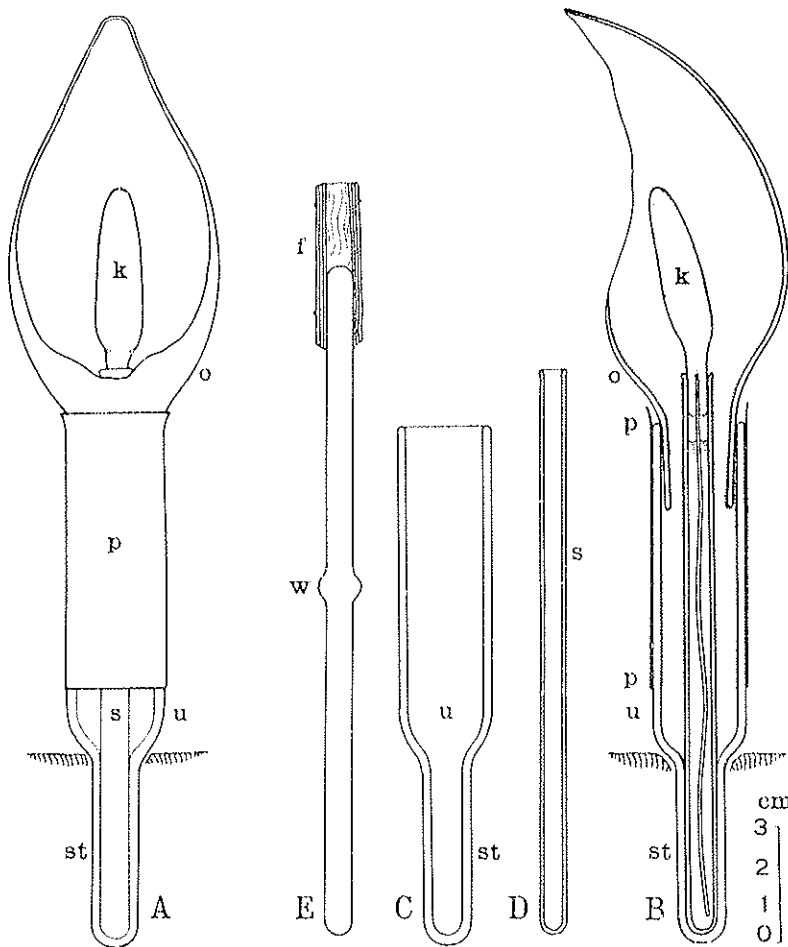


Fig. 76. Das Arum-Modell und seine Bestandteile.

A Glasmodell in voller Ausrüstung für den Versuch, mit natürlicher Arum-Keule (k), Vorderansicht. B Längs-
 schnitt eines so ausgerüsteten Glasmodells. Der Federweißüberzug ist durch punktierte Linien angedeutet, u Unter-
 teil, o Overtteil (Helm) des Modells, s hohle, mit Wasser gefüllte Säule, welche den Stiel der Keule (k) und den
 daran befestigten Filterpapierdocht aufnimmt. Der Stiel st des Unterteils wird in den Erdboden oder in einen
 passenden Holzklötz eingesteckt, um das Modell beim Versuch in aufrechter Stellung zu verwenden. p eine Hülse
 aus schwarzem, undurchsichtigem Papier, die beim Versuch über den Unterteil des Modells geschoben wird,
 wobei aber dessen unterster Teil von ihr freibleibt. C Unterteil, D hohle Säule, gesondert dargestellt. E eine
 massive Säule mit Hinderiswulst (w) und einer aufgesteckten Filterpapierhülse (f), die mit faulem Blut
 getränkt wird. (Die Größe ergibt sich aus dem beigefügten Maßstabe.) — Hierzu Taf. 10, Bild 2 u. 3.

¹⁾ Farbloses klares Glas, auf der Helmaußenseite mittels Sandstrahlgebläses auf-
 geraut und daher matt weiß.

umgewandelt wer
 (Talcum-) Pulver,
 körniger Wachs
 fallen (z. B. in c
 Die Gleitflächen s
 gestellt. Die Gle
 der zylindrischen
 davon freigelasse
 folgender Weise:
 verschmälerten S
 gerichtete Öffnu
 Drehen des Unte
 Pulverring am e
 schiel (wobei der
 durch der Pulve
 Unterteiles vorge
 wünschte Ausdeh
 Dann dreht man
 überschüssige Pu
 nach unten geha
 platte, bis sich ke
 feine „Hauch“ ve
 Gleiteinrichtung:
 Innenfläche des G
 lich muß aber au
 der Öffnung aus
 wird so hergestel
 ein Häufchen vo
 treffenden Säulen
 erreicht ist. Das
 Klopfen beseitigt.
 Säulenaußenfläch
 gleichmäßigen Pu
 die Säule beim E
 keine Gleitzone I

3) F:

Daß ein solk
 man leicht, wenn
 suche — auf dem
 eben aus Filterpa

²⁾ Über die E
 Über das Ausgle
 teilen (Jahrb. f. wis
 Abhandl. 4. Zool.-botan

far. Die Ober-
z purpurnem
zen lassen. Um
henden Gleit-
leitflächen



orderansicht. *B* Längs-
en angedeutet, *a* Unter-
der Keule (*k*) und den
Erdboden oder in einen
erwenden. *p* eine Hülse
olells ges-hoben wird,
ert dargestellt. *B* eine
die mit faulem Blut
f. 10, Bild 2 n. 3.

strahlgebläses auf-

umgewandelt werden. Das geschieht am besten mit Hilfe von Federweiß- (Talcum-) Pulver.¹⁾ Dieses wirkt in bestimmter Anbringung wie ein feiner körniger Wachsüberzug, der ja auch bei manchen pflanzlichen Gleitfallen (z. B. in den Kanten von *Nepenthes*) eine wichtige Rolle spielt. Die Gleitflächen sind in Fig. B durch Punktierung neben den Linien dargestellt. Die Gleitzone des Unterteiles überzieht die oberen zwei Drittel der zylindrischen Innenfläche. Das unterste Stück des Innenraumes wird davon freigelassen. Die Anbringung des Federweißpulvers geschieht in folgender Weise: Man hält in der linken Hand den Unterteil an seinem verschmälerten Stiel in horizontaler Lage und gibt in die nach rechts gerichtete Öffnung eine Messerspitze des Pulvers. Durch langsames Drehen des Unterteiles in dieser Stellung erzeugt man zunächst einen Pulverring am offenen Ende, dann hält man den Unterteil ein wenig schief (wobei der Stiel tiefer liegt als die Öffnung) und dreht weiter, wodurch der Pulverüberzug allmählich gegen die verschmälerte Basis des Unterteiles vorgeschoben wird. Dies setzt man so lange fort, bis die gewünschte Ausdehnung der Gleitfläche erzielt ist (entsprechend Fig. 76 B). Dann dreht man den Unterteil mit der Öffnung nach abwärts und das überschüssige Pulver fällt heraus. Schließlich klopft man noch mit der nach unten gehaltenen Öffnung des Unterteiles so lange auf eine Tischplatte, bis sich kein Pulver mehr von der Wand ablöst. Der so verbliebene feine „Hauch“ von Federweiß genügt, um aus der reinen Glasfläche eine Gleiteinrichtung zu machen. In ähnlicher Weise überzieht man die ganze Innenfläche des Oberteiles mit einer feinen Federweißschichte. Schließlich muß aber auch noch die Säule eine Gleitzone erhalten, welche von der Öffnung aus zwei Drittel der Säulenlänge überzieht. Diese Gleitzone wird so hergestellt, daß man auf einem Blatt Papier oder einer Glastafel ein Häufchen von Federweißpulver aufschüttet und in diesem die betreffenden Säulenabschnitte so lange dreht, bis der gewünschte Überzug erreicht ist. Das überschüssige Pulver wird dann ebenfalls durch Abklopfen beseitigt. Dabei muß vor allem darauf geachtet werden, daß die Säulenaußenfläche in der Umgebung des offenen Endes einen besonders gleichmäßigen Pulverüberzug erhält. Dies erreicht man dadurch, daß man die Säule beim Bepulvern nur an dem unteren geschlossenen Ende, das keine Gleitzone braucht, festhält.

§) Faules Blut als Köder. (Vorversuch.)

Daß ein solches *Arum*-Modell instande ist, Insekten zu fangen, sieht man leicht, wenn man - als Vorversuch für die geplanten *Arum*-Versuche - auf dem oberen Ende einer massiven Säule (Fig. 76 E) ein Röllchen aus Filterpapier (Fig. 76 E, f) anbringt, welches mit einem Gemisch

¹⁾ Über die Herstellung und das Wesen solcher Gleitflächen siehe: Knoll, F., Über das Ausgleiten der Insektenbeine an wachsbefleckten Pflanzenstellen (Jahrb. f. wiss. Botanik, Bd. LIV, 1914), S. 456 ff.

aus gleichen Teilen von faulem Blut und Glycerin¹⁾ getränkt ist. Dieser Köder lockt Aasinsekten (Fliegen und Käfer) an. Man steckt die so vorbereiteten Modelle im Freien an einer geeigneten Stelle mit Hilfe des verschmälerten Stieles in den Erdboden und wartet nun den Erfolg ab. Wenn man das Modell bei gutem Wetter schon am frühen Vormittag aufstellt, so zeigt sich am Abend, daß das Modell tagsüber eine Anzahl von Aasinsekten gefangen und in seinem Kessel festgehalten hat.

Da größere Fliegen (z. B. *Calliphora*), wenn sie sich längere Zeit im Unterteile des Modells befinden, durch Schwirren mit den Flügeln und durch Scharren mit den Beinen die Gleitzone nach und nach beschädigen, habe ich zur Vermeidung dieses Übelstandes bei den Versuchen die Unterteile an den Außenseiten ihrer bepulverten Wandstellen mit einem eng anschließenden Rohr aus schwarzem Papier umhüllt (Fig. 76 A p, B p). Die im Unterteile befindlichen, vom Modell gefangenen Tiere streben immer wieder, besonders wenn sie einander „erschrecken“, dem Lichte zu und verschonen auf diese Weise bei ihren Fluchtbewegungen den Überzug der verdunkelt liegenden Gleitfläche. Solche schwarze Röhren verwendete ich auch bei allen anderen Modellversuchen (vgl. Taf. 10).

Die Mechanik des Fanges entspricht in diesen Fällen vollständig jener der natürlichen Spatha. Die Tiere, welche sich auf der Innenfläche des Helmes oder auf der Säule niederlassen, gleiten an der bepulverten Glasfläche aus und stürzen in den Kessel hinab, da sie sich während des Sturzes infolge der ringsum vorhandenen Gleitflächen nirgends festhalten können. Ebenso stürzen auch jene Insekten in den Grund des Kessels hinab, welche sich auf der gangbaren Außenseite oder auf dem Rande des Helmes niedersetzen und von dort aus sich auf die Innenfläche des Helmes hinüberbegeben. Dieselben Gleitzonen, welche den Absturz auslösten, verhindern wie beim natürlichen Objekt dann auch das Entkommen der gefangenen Insekten.

In passender Entfernung von einem solchen köderhaltigen Glasmodell stellt man womöglich zur Kontrolle mindestens ein köderloses, aber im übrigen vollständig gleichartiges und gleich behandeltes *Araucaria*-Modell auf. Dieses köderlose Modell wird keine Tiere anlocken und dem entsprechend höchstens zufällig irgendein behabiges Insekt fangen.

7) Die Verwendung von *Araucaria*-Keulen in Glasmodellen und der Insektenbesuch solcher Modelle.

Nun wollen wir an Stelle von faulem Blut eine Keule von *A. nigrum* als Köder verwenden. Bei dieser Gelegenheit sei noch besonders darauf hingewiesen, daß die Glasmodelle peinlichst gereinigt und stets gleichartig behandelt werden müssen. Alle für einen und denselben

¹⁾ Indem ich das faule Blut mit Glycerin vermischte, verhinderte ich das schnelle Vertrocknen der Flüssigkeit auf dem Papierröhrchen und eine allzu rasche Abgabe der flüchtigen Fäulnisstoffe an die umgehende Luft.

Versuch bestimmter Bürste in demselben (seife) gewaschen denselben rein schließlich bis zu dieselbe reine Um man ganz reinemengefügt wird die größte Saube Modelle aus denen sind, wischt reinen Lappen v Säule mit Hilfe Dann schneidet oberen Hinderni einer möglichst diesen Schlitz de nach zusammeng papierstreifen so Hohlraum der S Öffnung aufsitzt, sorgt die Keule n am Leben bleib mit einem köder Filterpapierstreif im Freien aufge dem dort, wo es Insektenfang ge daß nur das köde abgetrennten *Araucaria* Bl zu zeigen, bringe Hilfe meiner Gla teilen und natür oder Gattungen, habe ich durch Fe

Diptera:

- 1 *Ophyra leucostoma*
- 6 *Borborus equi*
- 1 *Olinia geniculata*
- 1 *Scotophilella*
- 1 *Scotophilella*
- 1 *Scotophilella*
- nicht näher be
- 1 *Coprophila fe*

unkt ist. Dieser
ekt die so vor
mit Hilfe des
ken Erfolg ab.
den Vormittag
er eine Anzahl
en hat.

ängere Zeit im
n Flügeln und
h beschädigen.
hen die Unter-
mit einem eng
ier umhüllt
ell gefangenen
erschrecken".
fluchtbewegun-
lehe schwarze
en (vgl. Taf. 10).
n Fällen voll-
e sich auf der
gleiten an der
ab, da sie sich
leitflächen nir
sekten in den
n Außenfläche
t aus sich auf
tzenen, welche
ekt dann auch

haltigen Glas-
In köderloses,
ndeltes *Arum*-
eken und dem
t fangen.

modellen
lle.

Keule von
r sei noch be-
gereinigt und
und demselben
e ich das schnelle
u rasche Abgabe

Versuch bestimmten Modelle und Modellteile müssen mit Hilfe einer Bürste in demselben warmen Wasser mit derselben Seife (reinste Kernseife) gewaschen, mit demselben Wasser wiederholt abgespült und mit demselben reinen Tuch abgewischt werden. Man legt die Teile dann schließlich bis zum ganzlichen Austrocknen der Hohlräume auf eine und dieselbe reine Unterlage und muß natürlich auch stets darauf sehen, daß man ganz reine (frisch gereinigte) Hände hat, wenn die Modelle zusammengefügt werden. Auch beim Aufstellen am Versuchsplatze muß für die größte Sauberkeit gesorgt sein. Wenn die derart peinlich gereinigten Modelle aus demselben Federweißvorrat mit Gleitflächen versehen worden sind, wischt man das allenfalls außen haftende Federweiß mit einem reinen Lappen vom Ober- und Unterteil vollständig weg und füllt die Säule mit Hilfe einer geeigneten feinen Spritzpipette mit Wasser an. Dann schneidet man eine kräftig stinkende *Arum*-Keule knapp über dem oberen Hindernis von der Pflanze ab und spaltet den Keulenschaft mit einer möglichst dünnen Messerklinge der Länge nach (Fig. 76 B k). In diesen Schlitz des Keulenschaftes wird ein etwa 15 cm langer, seiner Länge nach zusammengefalteter Filterpapierstreifen eingeklemmt. Diesen Filterpapierstreifen schiebt man dann langsam in den mit Wasser gefüllten Hohlraum der Säule ein, bis der Keulenschaft auf dem Rande der Säulenöffnung aufsitzt. Der Filterpapierstreifen wirkt nun als Docht und versorgt die Keule mit Wasser, so daß sie während der Versuchsdauer leichter am Leben bleiben und den Duftstoff hervorbringen kann. Gleichzeitig mit einem köderlosen Modell, das aber trotzdem Wasser und darin einen Filterpapierstreifen enthält, wird dann das Modell mit der *Arum*-Keule im Freien aufgestellt. Der Platz muß hierzu besonders ausgewählt sein, denn dort, wo es keine oder fast keine Insekten gibt, kann es auch keinen Insektenfang geben. Bei einem derartigen Versuche wird man finden, daß nur das köderhaltige Modell Insekten fängt und daß die mit Hilfe der abgetrennten *Arum*-Keule angelockten Insekten mit der Beute des unversehrten *Arum*-Blütenstandes übereinstimmen. Um diese Übereinstimmung zu zeigen, bringe ich im folgenden eine Liste jener Insekten, die ich mit Hilfe meiner Glasmodelle unter Verwendung von schwarzpurpurnen Oberteilen und natürlichen (unverhüllten) Keulen gefangen habe. Jene Arten oder Gattungen, welche auch in unversehrten Blütenständen vorkommen, habe ich durch Fettdruck hervorgehoben. (Vgl. hierzu die Liste auf S. 448 ff.)

Diptera:

- | | |
|--|---|
| 1 <i>Ophyra leucostoma</i> Wied. | 3 <i>Halidayina spinipennis</i> Haliday |
| 6 <i>Barbarus equinus</i> Fall. | 6 <i>Sphaerocera subsultans</i> Latr. |
| 1 <i>Olina geniculata</i> Macqu. | 4 <i>Sphaerocera pusilla</i> Meigen |
| 1 <i>Scotophilella mirabilis</i> Collin | Coleoptera: |
| 1 <i>Scotophilella crassimana</i> Haliday | 8 <i>Oxytelus inustus</i> Gray. |
| 1 <i>Scotophilella</i> sp. (Schlecht erhalten,
nicht näher bestimmbar.) | 17 <i>Oxytelus sculpturatus</i> Gray. |
| 1 <i>Coprophila ferrugineata</i> Stenb. | 1 <i>Platystethus arenarius</i> Geoffr. |
| | 1 <i>Atheta Pertvi</i> Heer |

(Coleoptera):

1 <i>Atheta lacrana</i> Muls. et Ray.	1 <i>Caccobius Schreberi</i> L.
9 <i>Aleochara intricata</i> Mamb.	
1 <i>Cereyon haemorrhoidalis</i> F.	
1 <i>Cereyon pygmaeus</i> Ill.	Hymenoptera:
2 <i>Aphodius merdarius</i> F.	3 <i>Formica cinerea</i> Mayr.
90 <i>Aphodius tristis</i> Panz.	1 <i>Plagiolepis pygmaea</i> Latr.
2 <i>Aphodius quadrimaculatus</i> L.	
1 <i>Aphodius prodromus</i> Brahm.	
1 <i>Aphodius luridus</i> F.	
2 <i>Onthophagus furcatus</i> F.	
1 <i>Onthophagus lemur</i> F.	

Der eben mitgeteilte reichhaltige Fang (Summe von vier Einzelaugen) wurde so erzielt, daß ich am 15. und am 16. Mai an dem Standorte von *A. nigrum* (in Ledence) zwei gleichartige Modelle der oben erwähnten Beschaffenheit unmittelbar nebeneinander aufstellte. Die Spatha-Öffnungen waren nach derselben Seite gerichtet, die beiden am meisten genäherten Stellen des Spatha Randes der zwei Modelle waren voneinander etwa 1 cm entfernt. Dabei hatte jedes dieser Modelle seine eigene stinkende Keule. Eine solche paarweise Aufstellung gleichartiger Modelle hat sich bei meinen Versuchen sehr bewährt, weil sich dabei die anlockende Wirkung beider Modelle beträchtlich steigerte.

Da sich während der eben besprochenen Modellversuche auf dem Versuchsplatze (Abbildung des Versuchsplatzes Bild 5 der Tafel 10) gleichzeitig einige unversehrte Blütenstände des ersten Tages befanden, sind wir in der Lage, mit der obigen Liste auch den Fangertag jener Keulen zu vergleichen, welche ihre Fangfähigkeit in Verbindung mit der natürlichen Spatha ausübten. Am Abend des 15. Mai wurde ein solcher natürlicher Blütenstand auf seine Beute geprüft, am folgenden Abend zwei weitere desselben Standortes. Die Summe aller dabei erbeuteten Tiere gibt die folgende Liste.

Diptera:	Coleoptera:
1 <i>Borborillus uicinatus</i> Duda	2 <i>Oxytelus inustus</i> Gray.
5 <i>Borborus equinus</i> Fall.	3 <i>Oxytelus sculpturatus</i> Gray.
4 <i>Oliua geniculata</i> Macqu.	3 <i>Oxytelus pumilus</i> Er.
1 <i>Scotophilella mirabilis</i> Collin	1 <i>Platystelhus arcuarius</i> Geoffr.
1 <i>Scotophilella crassimana</i> Haliday	1 <i>Atheta atramentaria</i> Gill.
1 <i>Scotophilella puerula</i> Rondani	1 <i>Atheta parva</i> Sahlb.
1 <i>Coprophila ferruginata</i> Steub.	2 <i>Cereyon pygmaeus</i> Ill.
2 <i>Coprophila pusilla</i> Meigen	1 <i>Aphodius immundus</i> Kreutz.
6 <i>Halidayina spinipennis</i> Haliday	3 <i>Aphodius merdarius</i> F.
21 <i>Sphaerocera subsultans</i> Latr.	80 <i>Aphodius tristis</i> Panz.
11 <i>Sphaerocera pusilla</i> Meigen	1 <i>Aphodius quadriguttatus</i> Herbst
	4 <i>Aphodius quadrimaculatus</i> L.
	1 <i>Onthophagus furcatus</i> F.
	1 <i>Caccobius Schreberi</i> L.

Dies
hinsichtlich
Fall hand
anderen
Aus die
mir kon
das gle
Blütens
von der
sektenfang
stände vo
tig sein n

Die
stellte
zwischen
Spathen
dellen gel
ter. Sie er
auf vers
heiten, we
sektenfang
gen: das
Insekten
rung und
ebenfalls
geht aus
achtungen

Wen
einer sti
Keule v
modell an
A. nigrum
Wetter an
in der
Durchmess
eingefunde
zenteile n
auch dem
gefangen
ansam
gezeichnet
gebung de
gleichen T
Blütenstan

Diese Liste stimmt hinsichtlich der Gattungen und meistens auch hinsichtlich der Arten sehr gut mit der vorigen überein. Auf jeden Fall handelt es sich in beiden Listen um Tiere, welche sonst auf Kot und anderen verwesenden organischen Substanzen vorzukommen pflegen. Aus dieser Übereinstimmung ergibt sich, daß die von mir konstruierten Glasmodelle in ihrer Fangfähigkeit das gleiche leisten wie die Spathen der natürlichen Blütenstände. Damit ist aber auch bewiesen, daß meine Auffassung von der Mechanik des Insektenfanges der Blütenstände von *A. nigrum* richtig sein muß.

Die soeben festgestellte Übereinstimmung zwischen den natürlichen Spathen und meinen Modellen geht aber noch weiter. Sie erstreckt sich auch auf verschiedene Einzelheiten, welche mit dem Insektenfange zusammenhängen: das Benehmen der Insekten bei der Annäherung und beim Absturz ist ebenfalls das gleiche. Dies geht aus folgenden Beobachtungen hervor:

Wenn ich ein mit einer stinkenden *Arum*-Keule versehenes Glasmodell am Standorte von *A. nigrum*, etwa in einer Doline, bei schwach windigem, schönem Wetter aufstellte, so konnte ich nach einiger Zeit bemerken, daß sich in der Umgebung des Versuchsobjektes innerhalb eines Durchmessers von etwa einem halben Meter zahlreiche Insekten eingefunden hatten, die angefliegen kamen, sich auf benachbarte Pflanzenteile niederließen und wieder fortflohen, die aber zum Teil sich auch dem Modell näherten, sich auf dieses setzten und dabei vielfach gefangen wurden. Fig. 77 zeigt eine Skizze einer solchen Insektenansammlung, wobei nur einige der unmittelbar sichtbaren Tiere eingezeichnet wurden. Schon die flüchtige Betrachtung der in der Umgebung des Modells angesammelten Insekten zeigte, daß es sich um die gleichen Tiere handelte, welche sich in der Nähe eines stinkenden *Arum*-Blütenstandes einfänden.



Fig. 77. Fliegenansammlung in der Nähe eines Glasmodells, welches eine natürliche *Arum*-Keule als Köder besitzt.

Vereinfachte Darstellung, verkleinert.

Besonders bemerkenswert ist auch die Art der Annäherung solcher Tiere an das Modell. Diese kann man bei Modellversuchen oft viel besser studieren als an den Blütenständen selbst, da man schon bei der Aufstellung der Modelle darauf Rücksicht nehmen kann, daß die Beobachtungsmöglichkeiten recht günstige werden. Ich will hier das Verhalten von *Aphodius tristis* bei der Annäherung an die Modelle beschreiben. Dieser besonders häufige Dungkäfer läßt sich schon im Fluge leicht als solcher erkennen, während bei den meisten anderen Insekten die systematische Stellung des heraufliegenden Tieres nur annähernd oder gar nicht erkannt werden kann. Man sieht aus den Flugbahnskizzen (in horizontaler Projektion dargestellt) der Fig. 78, daß sich diese Tiere

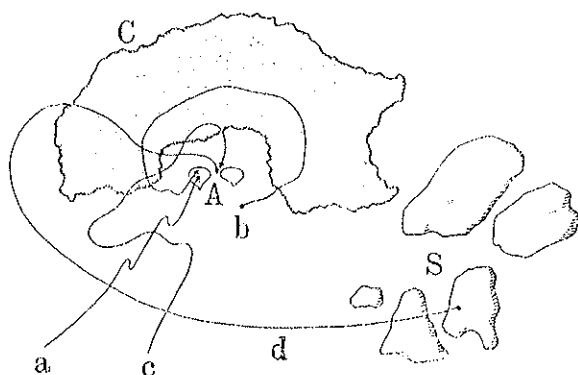


Fig. 78. Die Annäherung der Käfer an die Modelle.

Die Flugbahnen der Tiere (a, b, c, d) führen teils in die Modelle, teils aber daneben in das Gras. C ein *Cytisus*-Gebüsch, S Blöcke von Kalkstein. — Die Breite des abgebildeten Bodenstückes beträgt etwa 5 m.

im Grase nieder, wenn sie nicht sogleich in Gefangenschaft gerieten. Oft sah ich, wie ein solcher Dungkäfer zunächst fast geradlinig oder in flachem Bogen dahergefliegen kam, in einer Entfernung von etwa 30 cm vom Modell plötzlich die Flugrichtung änderte, sich immer mehr (meist von oben her) dem Modell näherte, sich von ihm entfernte, sich ihm wieder näherte (Flugbahn a), dann rasch die Flügel einzog und sich in die Öffnung der Spatha hinabfallen ließ. Oder das Tier flog gerade in den Hohlraum des Oberteiles hinein, stieß dort im Schwung an das Glas an und stürzte in den Kessel hinab. Manche Käfer umflogen auch in großem Bogen die Modelle, indem sie sich auf Umwegen diesen näherten und dabei auch öfters gefangen wurden, wenn sie nicht daneben ins Gras fielen (Flugbahn d). Durch Emporkriechen auf der Außenseite des Glasteiles konnte ein solcher Käfer das Innere der Modelle nicht erreichen, da ihm die dazu notwendigen Haftscheiben fehlen. Ließ sich zufällig ein solcher Dungkäfer außen auf dem Oberteile nieder, so glitt er sogleich ab und fiel daneben auf den Boden. Von den

Dungkäfern, was des Modells auf Zeit wieder zu weder abermals in dieses hinein

Nun möge nächster Nähe einen kleinen s der bei schöne einem dort auf und nur wenig dieses Tier um schon etwa 20 Flugrichtung, einen engen Be noch einmal zu zulliegen. Dort solchen Annähe eingriff, ist wo orientierten, et Fig. 21, S. 99 *Aphodius*, die

Wie bei c köderhaltigen in den Kessel dem Schicksal setzen sich in endlich auch Zeit auf der lich doch wie So sah ich h *Scatophaga st* glänzenden, g davon gefange

Da bei schein die F Wetter mit Hi auch im Sch Fänge, selbst Vergleich zum wie ja zu etwa nen Individuen Keulen in der lichen Keulen

Dungkäfern, welche sich, was sehr oft geschah, in unmittelbarer Nähe des Modells auf den Boden fallen ließen, erhoben sich manche nach einiger Zeit wieder zum Fluge, umkreisten langsam die Modelle, um sich entweder abermals neben das Modell fallen zu lassen (Flugbahn *c*, *d*) oder in dieses hineinzugeraten (Flugbahn *b*).

Nun möchte ich noch eine Beobachtung mitteilen, die ich aus aller-nächster Nähe machen konnte. Am 17. Mai sah ich um halb 8 Uhr früh einen kleinen schwarzen Käfer aus der Familie der Staphyliniden, der bei schönem Sonnenschein in einer großen Doline ganz nahe bei einem dort aufgestellten Modell dahinflug. Die Luft war bereits erwärmt und nur wenig vom Winde bewegt. In langsamem, ruhigem Fluge kam dieses Tier unmittelbar an der Öffnung des Oberteiles vorüber. Als es schon etwa 20 cm von diesem entfernt war, änderte es plötzlich die Flugrichtung, ohne aber die Körperstellung zu verändern. Es machte einen engen Bogen und flog, mit dem Hinterleibe voran, denselben Weg noch einmal zurück, um in dieser verkehrten Stellung in den Helm hineinzuliegen. Dort stürzte es sogleich in den Kessel hinab. Daß bei einer solchen Annäherung des Tieres nur die chemische Fernwirkung lenkend eingriff, ist wohl jedem klar, der solche Flugbahnen mit einer optisch orientierten, etwa mit der von *Bombylius fuliginosus* (Ins. u. Bl. II, Fig. 21, S. 99) vergleicht. Das gilt ebenso von den Flugbahnen des *Aphodius*, die ich in der Fig. 78 abbildete.

Wie bei den unverschrten Blütenständen, so gelangt auch bei den köderhaltigen Modellen nur der geringere Teil der angelockten Insekten in den Kessel hinein. Besonders die großen Dipteren entgehen so dem Schicksal vieler kleinerer Tiere. Jene fliegen an das Modell heran, setzen sich in dessen Nähe nieder, fliegen wieder auf, setzen sich endlich auch auf das Modell, kriechen oft ein wenig oder längere Zeit auf der Außenseite des Oberteiles herum und fliegen schließlich doch wieder davon, ohne in die Gefangenschaft zu geraten. So sah ich häufig die schon früher erwähnte langhaarige, braune *Scatophaga stercoraria* und auch *Lucilia*-Arten mit ihrem metallisch glänzenden, grünen Körper sich dem Modell nähern, ohne daß eine davon gefangen wurde.

Da bei warmer, mäßig bewegter Luft und Sonnenschein die Flüge der Insekten zahlreicher sind, lassen sich bei solchem Wetter mit Hilfe der Modelle reichlichere Fänge erzielen. Aber auch im Schatten bekommt man bei entsprechend warmer Luft noch Fänge, selbst wenn die ganze Umgebung ohne Sonnenschein ist. Im Vergleich zum Fangerfolg der unverschrten Blütenstände stehen aber, wie ja zu erwarten ist, die Modellfänge hinsichtlich der Zahl der gefangenen Individuen weit zurück. Dies kommt daher, weil die abgeschnittenen Keulen in der Stärke der Duftwirkung den noch an der Pflanze befindlichen Keulen beträchtlich nachstehen (vgl. S. 411). Doch reichen, wie

aus den späteren Darlegungen sich ergeben wird, die mit den Modellen erzielten Fänge für unsere Zwecke vollständig aus.

Nimmt man zu solchen Modellversuchen *Arum*-Keulen des zweiten Tages der Anthese, an welchem wir den unangenehmen Duft nicht mehr wahrnehmen, so kann man mit Hilfe der Modelle keine Insekten fangen. Daraus geht bereits hervor, daß die anlockende Wirkung des keulentragenden Modells wesentlich von dem Zustande der Keule abhängt. Wir verstehen nun auch, weshalb die natürlichen Blütenstände von *A. nigrum* am zweiten Tage der Anthese trotz ihrer unveränderten äußeren Beschaffenheit keine Insekten mehr anlocken. Da aber bei der Verwertung negativer Versuchsergebnisse stets die größte Vorsicht notwendig ist, wollen wir dieses Ergebnis erst dann als gesichert betrachten, wenn Versuche anderer Art das gleiche ergeben haben.

c) Erwägungen über die optische und die chemische Fernwirkung.

Die von mir entwickelte Anschauung, daß bei den Blütenständen von *A. nigrum* die chemische Fernwirkung der Keule eine ganz besondere Rolle spielt, ließ sich durch die früheren Ausführungen immer mehr festigen. Wir müssen nun das gesamte Problem schärfer fassen und folgende Frage stellen: Kommen die Insekten nur infolge der chemischen Fernwirkung der Keule zu den Blütenständen oder ist bei ihrer Annäherung auch eine optische Fernwirkung der schwarzpurpurnen Farbe der Spatha (gemeinsam mit der Farbe der Keule) beteiligt? Daß ich diese Frage stelle, hat seinen Grund in der herrschenden Auffassung über die Fernwirkung der Aasfliegenblumen und anderer „Ekelblumen“. Es wird sowohl dem von diesen Blumen ausgehenden, für uns ekelhaften Duft, als auch der „unschönen“, oft an faulendes Fleisch oder Blut erinnernden Farbe der Hochblätter oder Perianthblätter eine hervorragende Rolle bei der Anlockung der Insekten zugesprochen. Meine Modelle gaben mir die Mittel in die Hand, diese Frage einwandfrei zu beantworten.

Da die schwarzpurpurne Färbung der Spatha bei *A. nigrum* — gerade im Vergleiche mit anderen *Arum*-Arten — besonders auffällt, so könnte daran gedacht werden, daß die dunkle Farbe eine „Nachahmung“ der Farbe dunkler tierischer Exkremente sein könnte, welche die entsprechende Duftwirkung der Keule passend unterstützt. Für uns erscheint die Spatha im auffallenden Lichte, wie ich schon früher S. 388 auseinandersetzte, schwarz oder fast schwarz. Es ist nun die Frage zu beantworten, ob auch für ein Insekt die Spatha so dunkel erscheint, daß sie praktisch „schwarz“ ist. (Die dunkelpurpurne Farbe, die nur bei durchfallendem Sonnenschein zu bemerken ist, dürften die Insekten nach meinen Erfahrungen wohl nur selten zu Gesicht bekommen.) Es

war mir nicht daraufhin zu prüfen, habe ich zu einer Zeit vorher nur auch ein passendes der Innenseite (gelegt.) Es zeigt der farbig wirkte zurückgeworfen als „schwarz“ erhalten eines in o Lichtsinn beliebt dürfen wir dara anderer Insekten Spatha für das kommende Inse und anderen Pfe Wenn nun eine Spatha und den so müßte sich di *A. nigrum* in ein die damit gefang lichen unversehr ließe sich auch zwischen einem solchen mit rein ausfällt.

d) Die Unter

Bevor ich in einer hellen Köder enthalten Insekten gegenü ohne irgendeiner

e) Ver

Es wurde in dunklem Oberte dellen mit weißen sowohl für Mode weise unmittelba

1) Insekten u

war mir nicht möglich, die Besucher der Blütenstände von *A. nigrum* daraufhin zu prüfen. Um aber trotzdem eine Entscheidung darüber anzubahnen, habe ich einem Falter von *Macroglossum stellatarum*, der lange Zeit vorher nur mittels sattvioletter Futtergefäße gefüttert worden war, auch ein passend großes Stück der Spatha von *A. nigrum* (Ausblick von der Innenseite des Helmes) zwischen den violetten Futterblumen vorgelegt.¹⁾ Es zeigte sich dabei, daß für diesen farbentüchtigen Schwärmer der farbig wirkende Anteil des Lichtes, das von der Spatha-Innenfläche zurückgeworfen wird, so gering ist, daß die Fläche bloß als sehr dunkel, als „schwarz“ erscheint. Wenn auch nicht jeder Schluß von dem Verhalten eines in optischer Hinsicht so wohl ausgestatteten Falters auf den Lichtsinn beliebiger Fliegen und Käfer ohne weiteres möglich ist, so dürfen wir daraus doch entnehmen, daß die Spatha auch für das Auge anderer Insekten auffallend dunkel erscheinen kann. Jedenfalls ist die Spatha für das menschliche Auge und auch für das Auge der in Betracht kommenden Insekten weit dunkler als alle grünen Teile von *A. nigrum* und anderen Pflanzen, die sich in dessen Umgebung zu befinden pflegen. Wenn nun eine enge ökologische Beziehung zwischen der Dunkelheit der Spatha und den aus der Ferne angelockten Insekten vorhanden wäre, so müßte sich diese sogleich zeigen, wenn man eine stinkende Keule von *A. nigrum* in ein Glasmodell mit rein weißer Spatha einsetzt und dann die damit gefangenen Insekten mit jenen vergleicht, die sich in natürlichen unveränderten Blütenständen ansammeln. Eine solche Beziehung ließe sich auch so feststellen, daß man untersucht, wie der Wettbewerb zwischen einem Glasmodell mit dunkelpurpurnem Oberteil und einem solchen mit rein weißem Oberteil hinsichtlich des erzielten Insektenfanges ausfällt.

d) Die Untersuchung der Fernwirkung mit Hilfe der Glasmodelle.

Bevor ich die Versuche mit jenen Glasmodellen schildere, welche in einer hellen oder dunklen Spatha eine natürliche *Arum*-Keule als Köder enthalten, ist es notwendig, daß wir noch das Verhalten der *Arum*-Insekten gegenüber solchen Modellen erfahren, welche für sich allein ohne irgendeinen Köder dargeboten wurden.

z) Versuche mit Modellen ohne *Arum*-Keule.

Es wurde bereits erwähnt (S. 442 f.), daß köderlose Glasmodelle mit dunklem Oberteile keine Insekten anlocken. Aber auch köderlose Modelle mit weißem Oberteile vermögen keine Beute zu erlangen. Dies gilt sowohl für Modelle, die ich einzeln aufstellte, als auch für jene, die paarweise unmittelbar nebeneinander aufgestellt wurden. Im Verein mit den

¹⁾ Insekten und Blumen III, S. 307 unter „Schwarzgruppe“.

später zu schildernden Köderversuchen konnte auf diese Weise gezeigt werden, daß die Glasmodelle als solche auf die Besucher der Blütenstände von *A. nigrum* weder eine optische noch eine chemische Fernwirkung auszuüben vermögen.

Die Versuche, welche dieses negative Ergebnis zeitigten, wurden an dem Standorte von *A. nigrum* (Ledenice) während dessen Blütezeit (Mai) angestellt. An fünf verschiedenen Tagen habe ich im ganzen sieben Versuche mit dunklen Modellen ausgeführt. Bei fünf von diesen war die hohle Säule mit Wasser angefüllt, aus dem an Stelle der Keule ein weißer, mit Wasser vollgesogener Filterpapierstreifen hervorragte. Durch diesen nassen Filterpapierstreifen wurde dafür gesorgt, daß die Luft im Hohlraume des Oberteiles etwas feucht war, was mit Rücksicht auf die Beschaffenheit der natürlichen Spathen (starke Transpiration, S. 394) von Bedeutung sein konnte. Während diese Objekte keine Fänge erzielten, fanden sich bei den gleichzeitig an demselben Orte aufgestellten köderhaltigen Modellen verschiedene Insekten jener Arten ein, welche sonst die natürlichen Blütenstände von *A. nigrum* zu besuchen pflegen. Versuche mit köderlosen weißen Modellen wurden an vier verschiedenen Tagen angestellt. Dazu verwendete ich im ganzen fünf Modelle, von welchen vier mit den eben erwähnten Filterpapierstreifen versehen waren. Auch durch diese weißen köderlosen Spathen wurden keine Insekten angelockt, während aber die gleichzeitig am *Arum*-Standorte aufgestellten köderhaltigen Modelle gute Fangerfolge zeitigten.

3) Versuche mit Modellen, welche eine unverhüllte *Arum*-Keule enthalten.

Wir haben bereits davon erfahren, daß man mit Hilfe eines Modells, welches eine stinkende *Arum*-Keule enthält, die gewöhnlichen Besucher von *A. nigrum* anlocken und fangen kann. Bei den auf S. 112 ff. geschilderten Versuchen befanden sich die natürlichen *Arum*-Keulen in Modellen, welche einen schwarzpurpurnen Obertheil besaßen.

Wir wollen nun untersuchen, ob diese auffallende dunkle Färbung der Spatha eine unerläßliche Bedingung für das Zustandekommen des Insektenfanges darstellt oder nicht. Eine solche Untersuchung ist leicht möglich, wenn wir stinkende *Arum*-Keulen in Glasmodelle mit weißem Obertheil einsetzen und diese Modelle einzeln oder paarweise auf dem Versuchsplatz anbringen. Dabei muß die Ausrüstung und die Aufstellung in der früher beschriebenen Weise erfolgen. Gewöhnlich stellte ich die Modelle zwischen niederem Gras an einer windgeschützten Stelle einer Doline auf, häufig mit dem Rücken gegen ein niedriges Gebüsch oder ein Felsstück. Dabei wurde darauf geachtet, daß die Umgebung genügend freien Raum für den ungehinderten Anflug der Insekten besaß. Das Aussehen solcher Modelle zeigt Bild 2 (links), Taf. 10.

Ich ge
auf dem G
Beim Begi
deckt und
dem warm.
Wolken, da
am Nachmi
wurde der
zwei Model
gerichteter
Köder beni
gelblichrote
braune Keu
auch hinsie
wickelte. I
gutes.

Das A

Diptera:

1 *Olin*
3 *Scot*
2 *Copr*
2 *Spha*
3 *Spha*

Im Me

Diptera:

1 *Olin*
1 *Itali*
3 *Spha*
1 *Spha*

Aus d
gleichen Be
ständen (vgl
ist somit
typische
wurde, keul
lich aus di
weißen Mod
Anteil an

Ein so
Die dabei er
folgenden
dunkel (frei

Ich gebe hier den Erfolg eines Versuches wieder, den ich am 19. Mai auf dem Grunde einer großen, trichterförmigen Doline angestellt habe. Beim Beginn des Versuches (8 Uhr früh) war der Himmel teilweise bedeckt und gewitterdrohend, ohne Sonnenschein, die Luft war aber trotz dem warm. Im Laufe des Vormittags überzog sich der Himmel ganz mit Wolken, dann regnete es kurze Zeit. Der Himmel blieb bedeckt und auch am Nachmittag fiel noch einmal ein ganz feiner Regen. Um 6 Uhr abends wurde der Versuch abgebrochen. Als Versuchsobjekte verwendete ich zwei Modelle mit weißer Spatha, die ich knapp nebeneinander mit gleich gerichteter Öffnung als „Modellpaar“ in den Erdboden steckte. Als Köder benützte ich in einem Modell eine kurze, dicke Keule von trüb gelblichroter Farbe, in dem anderen eine mehr langgestreckte, schwarzbraune Keule. Im übrigen waren beide Modelle vollkommen gleichartig, auch hinsichtlich des starken Duftes, den jede der beiden Keulen entwickelte. Das Fangergebnis war trotz der ungünstigen Witterung ein gutes.

Das Modell mit der dicken Keule enthielt am Abend:

<p>Diptera:</p> <p>1 <i>Oliua geniculata</i> Macqu. 3 <i>Scotophilella mirabilis</i> Collin 2 <i>Coprophila ferruginata</i> Steudl. 2 <i>Sphaerocera subsultans</i> Latr. 3 <i>Sphaerocera pusilla</i> Meigen</p>	<p>Coloptera:</p> <p>1 <i>Atheta atramentaria</i> Gyll. 2 <i>Aphodius merdarius</i> F. 1 <i>Aphodius tristis</i> Panz.</p>
---	--

Im Modell mit der schmalen Keule waren:

<p>Diptera:</p> <p>1 <i>Oliua geniculata</i> Macqu. 1 <i>Halidayia spinipennis</i> Hal. 3 <i>Sphaerocera subsultans</i> Latr. 1 <i>Sphaerocera pusilla</i> Meigen</p>	<p>Coloptera:</p> <p>1 <i>Aphodius merdarius</i> F. 1 <i>Aphodius tristis</i> Panz.</p>
--	--

Aus diesen beiden Listen sieht man, daß es sich auch hier um die gleichen Besucher handelt wie bei den natürlichen unverschuten Blütenständen (vgl. S. 118 ff.). Die schwarzpurpurne Farbe der Spatha ist somit keine Vorbedingung für die Anlockung der typischen Besucher von *A. nigrum*. Da, wie bereits betont wurde, keulenlose Modelle keine Insekten fangen, so ergibt sich schließlich aus diesen Versuchen mit keulenhaltigen schwarzpurpurnen und weißen Modellen, daß die Spatha-Farbe keinen erkennbaren Anteil an der Fernanlockung der Insekten hat.

Ein solches Ergebnis hatten auch andere Modellversuche dieser Art. Die dabei erbeuteten Insekten sind nach Spezies und Anzahl in der später folgenden Tabelle zusammengestellt (Vertikalkolonnen unter „Keule dunkel (frei)“).

γ) Versuche mit Modellen, welche eine weiß verhüllte *Arum*-Keule enthalten.

Da man gewöhnlich die dunkle Färbung bei Ausfliegenblumen¹⁾ als eine „Anpassung“ an ihre Besucher aufzufassen pflegt, so ist die Frage berechtigt, ob nicht allenfalls bei den Versuchen mit weißen Modellen die dunkle Färbung der Keule an der Anlockung der Insekten beteiligt war. Es wäre nicht ausgeschlossen, daß allenfalls das Licht, welches von der Keulenoberfläche zum ersten Tage zurückgeworfen wird, eine derartige Zusammensetzung hätte, daß es auf bestimmte Insekten anlockend wirkt. Eine solche Frage kann nur wieder durch einen Versuch beantwortet werden. Ein dazu geeigneter Versuch ist sehr leicht anzuführen. Man braucht die zuletzt beschriebenen Versuche nur so anzustellen, daß man die stinkenden Keulen der Modelle in passender Weise verhüllt, ohne dabei das Abströmen des Duftes ganz zu verhindern. Um dies zu erreichen, steckte ich über jede Keule eine zylindrische Hülse aus weißem Filterpapier und führte dann die Versuche wie früher durch. Dabei achtete ich besonders darauf, daß von keiner Seite her die Oberfläche der Keule frei sichtbar war. Natürlich mußte für die Umhüllung reines Filterpapier verwendet werden, von dem ich auf Grund vorhergegangener Versuche bestimmt wußte, daß es keine in Betracht kommende Wirkung auf die *Arum*-Besucher ausübt. Derartige weiß verhüllte Keulen habe ich sowohl bei Versuchen mit schwarzpurpurner Spatha als auch bei solchen mit weißer Spatha in die Glasmodelle eingesetzt. Von den so durchgeführten Versuchen (17 Einzelversuche, zum Teil mit Modellpaaren angestellt) will ich hier vier gleichzeitig mit zwei Modellpaaren angestellte Versuche als Beispiel auführen.

In einer großen Doline wurden am 17. Mai um 7 Uhr 30 Min. früh bei schönem Wetter (warmer Sonnenschein, wenig Wind) an einer grasigen Stelle neben einem *Crataegus*-Gebüsch zwischen beblätterten Stengeln von *Salvia officinalis* und *Aristolochia pallida* zwei Modellpaare aufgestellt: ein Paar mit dunkler Spatha und ein Paar mit weißer Spatha. Im übrigen waren alle vier Modelle ganz gleich ausgerüstet. Alle enthielten stinkende *Arum*-Keulen, die mit trockenem, weißem Filterpapier verhüllt waren. Im Sonnenschein hatten diese Keulenhüllen ein blendend weißes Aussehen. Eine blühende Manna-Esche (*Fraxinus Ornus*), die unmittelbar daneben stand, verbreitete einen sehr starken, angenehmen Duft, der bei den Modellen weit stärker war als der durch die Filterpapierhüllen abgeschwächte Duft der *Arum*-Keulen. Kaum daß ich das erste der Modelle aufgestellt hatte, zeigte sich bereits eine Staphylinide, welche der *Arum*-Duft angelockt hatte. Ich verfolgte ihre Flugbahn und konnte dabei jene Beobachtung machen, die

¹⁾ Es gibt aber auch weiße Ausfliegenblumen, z. B. die überreichenden Blüten mancher *Crataegus*- und *Pirus*-Arten.

ich bereits auf S. einbrechender Dun Von dem Mo das linke

Diptera:

- 1 *Borborus equ*
- 1 *Scatophilella* stimbar, sel
- 1 *Sphaerocera s*
- 2 nicht näher U boriden (schl

Coleoptera:

- 1 *Oxytelus im*
- 1 *Oxytelus scil*
- 1 *Aleochara im*
- 7 *Aphodius tri*
- 2 *Orthopagus*
- 3 *Cavobius Sc*

Hymenoptera:

- 3 *Formica cin*
- 1 *Braconide*

Von dem M

Versuches

das linke

Diptera:

- 1 *Paracollinell*
- 1 *Sphaerocera*
- 1 *Sphaerocera*
- 1 unbestimmte (schlecht er

Coleoptera:

- 1 *Oxytelus ser*
- 1 *Aphodius m*
- 3 *Aphodius ti*
- 1 *Orthopagus*

Hymenoptera:

- 1 *Formica cin*
- 1 *Braconide*

¹⁾ Bei den M kleinere Dipteren - später ihre Bestimm Wenn nämlich die Unterteile schon za Kesselgrundes stelle Dieses Wasser rühr ausatmeten und auc an den Glaswände kleinere Fliegen (v Sie konnten sich d immer stärker wer größeren Fliegen u

Am folgenden Tage (18. Mai, 7 Uhr 30 Min. vorm. bis 7 Uhr 30 Min. nachm.) wurde dieser vierteilige Versuch an derselben Stelle der Doline bei gutem Wetter wiederholt, wobei aber die Modellpaare gegenüber dem Vortage ihre Plätze wechselten. Der Erfolg war der gleiche: Die Fänge bestanden aus denselben Insektenarten wie bei den unversehrten natürlichen Blütenständen und wie bei den Modellen mit unverhüllter *Arum*-Keule.

Von dem Modellpaar mit dunkler Spatha enthielt

das linke Modell:	das rechte Modell:
Diptera:	Diptera:
1 <i>Borborus equinus</i> Fall.	3 <i>Sphaerocera subsultans</i> Latr.
5 <i>Sphaerocera subsultans</i> Latr.	1 <i>Sphaerocera pusilla</i> Meigen
Coleoptera:	Coleoptera:
3 <i>Oxytelus sculpturatus</i> Grav.	4 <i>Oxytelus inustus</i> Grav.
2 <i>Aphodius tristis</i> Panz.	5 <i>Oxytelus sculpturatus</i> Grav.
1 <i>Aphodius prodromus</i> Brahm.	1 <i>Aleochara intricata</i> Mamm.
1 <i>Cuceobius Schreberi</i> L.	1 <i>Aphodius meridarius</i> F.
	8 <i>Aphodius tristis</i> Panz.
	Hymenoptera:
	3 <i>Formica cinerea</i> Mayr

Von dem Modellpaar mit heller Spatha enthielt

das linke Modell:	das rechte Modell:
Diptera:	Diptera:
1 <i>Sphaerocera subsultans</i> Latr.	1 <i>Scotophilella crassimana</i> Hal.
2 <i>Sphaerocera pusilla</i> Meigen	1 <i>Coprophila ferruginata</i> Steuh.
1 unbest. Art (schlecht erhalten)	1 <i>Coprophila lugubris</i> Hal.
	6 <i>Sphaerocera subsultans</i> Latr.
	1 <i>Sphaerocera pusilla</i> Meig.
Coleoptera:	Coleoptera:
3 <i>Oxytelus sculpturatus</i> Grav.	1 <i>Oxytelus inustus</i> Grav.
1 <i>Oxytelus inustus</i> Grav.	3 <i>Oxytelus sculpturatus</i> Grav.
1 <i>Aphodius tristis</i> Panz.	2 <i>Aleochara intricata</i> Mamm.
	2 <i>Aphodius tristis</i> Panz.
	3 <i>Onthophagus fuscatus</i> F.

Außer diesen oben mitgeteilten Versuchen habe ich auch noch andere Modellversuche mit weiß verhüllten Keulen von *A. nigrum* angestellt, ohne daß sich dabei etwas anderes ergeben hätte als bei den Versuchen des 17. und 18. Mai. Das Gesamtergebnis aller derartigen Versuche habe ich in die folgende Zusammenstellung mit aufgenommen.¹⁾

des Versuches oft stundenlang im Wasser liegenden Leichen der kleinen Dipteren wurden dann öfters von den fortwährend auf ihnen herumsteigenden Dungkäfern so arg zugerichtet, daß der Körper stark verstümmelt wurde. Jene Fälle, wo ich ab und zu in den Insektenlisten ein Insekt wegen seines schlechten Erhaltungszustandes als unbestimmbar bezeichnet habe, beziehen sich fast immer auf solche während des Versuches beschädigte Tiere.

¹⁾ Über das sonstige Vorkommen der in der folgenden Tabelle angeführten Insekten ist die Zusammenstellung der Besucher von *A. nigrum* auf S. 418 ff. zu vergleichen. Weitere Aufschlüsse über das Vorkommen geben die Anmerkungen zu der

Zusammenstellung

Art der
Di
<i>Mydaea</i> sp. ⁴⁾
<i>Ophyra leucos</i>
<i>Hylemyia nigra</i>
<i>Borborillus vi</i>
<i>Borborus equi</i>
<i>Olina geniculata</i>
<i>Paracollinella</i>
<i>Scotophilella</i> 1
<i>Scotophilella</i> 2
leneye ²⁾
<i>Scotophilella</i> 3
<i>Scotophilella</i> 4
<i>Coprophila</i> 5
<i>Coprophila</i> 6
<i>Coprophila</i> 7
<i>Coprophila</i> 8
<i>Halidayina</i> sp.
<i>Sphaerocera</i> 9
<i>Sphaerocera</i> 10
<i>Psychoda</i> sp. ⁴⁾
<i>Sciara</i> sp. ⁵⁾
Unbestimmte
Gesamtzahl der
teren . . .
Zahl der Mode

folgenden Zusammenstellung zu bewertenden

¹⁾ Viele / auf wesender

²⁾ Wie S

³⁾ Sonst 1

⁴⁾ *Psycho* feuchten, überli

⁵⁾ Die La Müllgruben und

⁶⁾ Wegen

Zusammenstellung der Besucher meiner *Arum*-Modelle bei den Versuchen mit freien und weiß verhüllten Keulen von *Arum nigrum* L. (Zweillügler.)

Art der Besucher	Anzahl der Besucher				Summe
	Spatha dunkel (schwarzpurpurn)		Spatha hell (rein weiß)		
	Keule dunkel (frei)	Keule hell (weiß verhüllt)	Keule dunkel (frei)	Keule hell (weiß verhüllt)	
Diptera:					
<i>Mydaca</i> sp. ¹⁾	1	.	1
<i>Ophyra leucostoma</i> Wied. ¹⁾ . . .	1	.	.	1	2
<i>Hylemyia nigrimana</i> Meigen ¹⁾	1	.	1
<i>Borborillus citripennis</i> Meigen . .	.	.	2	.	2
<i>Borborus equinus</i> Fall.	7	3	3	.	13
<i>Olima geniculata</i> Macq.	4	.	5	4	13
<i>Paracollinella caenosa</i> Rondani . .	.	.	2	3	5
<i>Scotophilella mirabilis</i> Collin . .	2	.	5	1	8
<i>Scotophilella appendiculata</i> Vil- leneuve ²⁾	1	.	1
<i>Scotophilella crassimana</i> Hal. . .	1	.	3	1	5
<i>Scotophilella</i> sp. ⁶⁾	1	1	1	1	4
<i>Coprophila ferruginata</i> Stenb. . .	1	.	3	.	4
<i>Coprophila pusilla</i> Meigen . . .	1	.	2	.	3
<i>Coprophila lugubris</i> Hal. ³⁾	1	1
<i>Halidayina spinipennis</i> Hal. . . .	3	.	2	2	7
<i>Sphaerocera subsultans</i> Latr. . . .	6	12	13	14	45
<i>Sphaerocera pusilla</i> Meigen . . .	6	3	8	10	27
<i>Psychoda</i> sp. ⁴⁾	1	.	1
<i>Sciara</i> sp. ⁵⁾	1	.	1
Unbestimmte Dipteren ⁶⁾	2	2	.	3	7
Gesamtzahl der gefangenen Dipteren	35	21	54	41	151
Zahl der Modellversuche (Fänge)	5	5	8	13	31

folgenden Tabelle, wobei nur jene Insekten berücksichtigt wurden, welche in der Zusammenstellung von *A. nigrum* fehlen. -- Die wenigen und meist nur als Zufallsgäste zu bewertenden Hymenopteren sind in der Zusammenstellung weggelassen.

¹⁾ Viele Arten der Gattungen *Mydaca*, *Ophyra* und *Hylemyia* findet man häufig auf verwesenden Pflanzenstoffen und auf Kot.

²⁾ Wie *Sc. mirabilis* auf Stallmist gemein, häufig auch an Komposthaufen.

³⁾ Sonst häufig auf Stallmist, auch auf Kompost mit Abortjauche.

⁴⁾ *Psychoda*-Arten findet man sehr häufig in Stallungen, Aborten und an anderen feuchten, übelriechenden Plätzen.

⁵⁾ Die Larven der *Sciara*-Arten sind allenthalben in humusreicher Erde, auch in Müllgruben und Komposthaufen sehr häufig.

⁶⁾ Wegen schlechten Erhaltungszustandes nicht näher bestimmbar.

s 7 Uhr 30 Min.
stelle der Doline
gegenüber dem
che: Die Fänge
vershirts natür
verhüllter *Arum*-

Modell:

subsultans Latr.
pusilla Meigen

s Grav.
parvatus Grav.
pusilla Mannh.
arius F.
s Panz.

Mayr

Modell:

crassimana Hal.
ferruginata Stenb.
lugubris Hal.

subsultans Latr.
pusilla Meig.
s Grav.
parvatus Grav.
pusilla Mannh.
s Panz.
parvatus F.

ich auch noch
A. nigrum an-
te als bei den
derartigen Ver-
genommen.)¹⁾

kleinen Dipteren
en Dungkäfern so
te, wo ich ab und
tungszustandes als
während des Ver-

angeführten In-
S. 418 ff. zu ver-
merkungen zu der

Zusammenstellung der Besucher meiner *Arum*-Modelle bei den Versuchen mit freien und weiß verhüllten Keulen von *Arum nigrum* H. (Käfer.)

Art der Besucher	Anzahl der Besucher				Summe
	Spatha dunkel (schwarzpurpurn)		Spatha hell (rein weiß)		
	Keule dunkel (frei)	Keule hell (weiß verhüllt)	Keule dunkel (frei)	Keule hell (weiß verhüllt)	
Coleoptera:					
<i>Oxytelus inustus</i> Grav.	8	5	1	3	17
<i>Oxytelus sculpturatus</i> Grav.	17	12	9	15	53
<i>Oxytelus nitidulus</i> Grav. . . . .	.	.	.	1	1
<i>Oxytelus pumilus</i> Er. . . . .	.	.	.	1	1
<i>Platysthetus arenarius</i> Geoffr.	1	.	.	.	1
<i>Atheta Pertyi</i> Heer	1	.	.	.	1
<i>Atheta atramentaria</i> Gyll. . . . .	.	.	2	1	3
<i>Atheta laerana</i> Roy	1	.	.	2	3
<i>Atheta melanaria</i> Mannh. ¹⁾	1	1
<i>Atheta</i> sp. ²⁾	1	1
<i>Aleochara intricata</i> Mannh.	9	4	.	3	16
<i>Cereyon haemorrhoidalis</i> F.	1	.	.	.	1
<i>Cereyon pygmaeus</i> Ill.	1	1	5	2	9
<i>Aphodius immundus</i> Kreutz. . . . .	.	.	.	1	1
<i>Aphodius merdarius</i> F.	2	1	2	1	6
<i>Aphodius tristis</i> Panz.	91	22	11	9	133
<i>Aphodius quadrimaculatus</i> L.	2	.	.	.	2
<i>Aphodius prodromus</i> Brahm	1	1	2	.	4
<i>Aphodius luridus</i> F. ³⁾	1	.	.	.	1
<i>Onthophagus fuscatus</i> F.	2	2	1	6	11
<i>Onthophagus lemur</i> F. ⁴⁾	1	.	.	.	1
<i>Caccobius Schreberi</i> L.	1	7	3	4	15
Gesamtzahl der gefangenen Coleopteren	140	55	36	51	282
Zahl der Modellversuche (Fänge)	5	5	8	13	31

Vergleicht man diese Zusammenstellung mit jener von S. 418 ff., so ergibt sich daraus eine fast vollständige Übereinstimmung hinsichtlich der Art der häufigsten Besucher der unversehrten Blütenstände von *A. nigrum* und solcher Glasmodelle, die mit stinkenden Keulen dieser

¹⁾ Sonst in Dünger und faulenden Pflanzenteilen.

²⁾ Nicht näher bestimmbar wegen schlechten Erhaltungszustandes.

³⁾ Sonst in Dünger.

⁴⁾ Sonst in Dünger, besonders von Schafen.

Arum-Art versammelnstellung des *Arum*-Modelle (weißheit hat und oder eine si zeigt. Es kan Versuchsbedingi sich auch in dies Anlockung erge Umwelt, wie sie Unterschiede ni daß für die I der Insekten in Betracht.

Vereinigt n *Arum*-Keulen fest machten Angabe Zweifel, daß au für uns so a der Keule a wesentlich I

Wir haben Insekten kennen *Macroglossum* ... Duft, also nur den Blüten gele

δ) Versuche m Mode

Stellt man kenden *Arum*-Ke Köder enthält, so Seite gerichtet i auch das köc dagegen zwei köc einander auf, so sich, daß ein sole gleichen Seite geö schen Fernwirkun daß sich von einer ruhiger Luft nich bewegen, sonder

chen mit freien

Summe	
3	17
15	53
1	1
1	1
.	1
.	1
1	3
2	3
1	1
1	1
3	16
.	1
2	9
1	1
1	6
9	133
.	2
.	4
.	1
6	11
.	1
4	15
51	282
13	31

en S. 418 ff., so
g hinsichtlich
tenstände von
Keulen dieser

es.

Arum-Art versehen sind. Überdies geht aus der zuletzt gegebenen Zusammenstellung wiederum hervor, daß es für den Pangerfolg des *Arum*-Modells gleichgültig ist, ob die Spatha eine helle (weiße) oder dunkle (dunkelfarbige) Beschaffenheit hat und ob die Keule ihre natürliche dunkle Farbe oder eine sie ganz verdeckende, rein weiße Umhüllung zeigt. Es kann ja sein, daß unter ganz bestimmten, scharf eingeeengten Versuchsbedingungen, wie sie nur im Laboratorium zu erreichen sind, sich auch in dieser Hinsicht bei bestimmten Besuchern Unterschiede in der Anlockung ergeben — allein in jener mannigfaltig zusammengesetzten Umwelt, wie sie die freie Natur den Blütenständen bietet, kommen solche Unterschiede nicht zum Ausdruck. Es ergibt sich demnach neuerdings, daß für die Fernwirkung und damit für die Anlockung der Insekten durch die Modelle nur der Duft der Keule in Betracht kommt.

Vereinigt man nun die oben bei den Modellversuchen mit natürlichen *Arum*-Keulen festgestellten Tatsachen mit den von mir schon früher gemachten Angaben, so ergibt sich ganz ungezwungen und ohne jeden Zweifel, daß auch bei den natürlichen Blütenständen die für uns so auffallende dunkle Farbe der Spatha und der Keule an der Fernanlockung der Insekten nicht wesentlich beteiligt sein kann.

Wir haben also in den Besuchern der Blütenstände von *A. nigrum* Insekten kennengelernt, welche — im Gegensatz zu *Bombylius* und *Macroglossum* — nur durch den von der Blume ausgeschiedenen Duft, also nur mit chemischen Mitteln, aus der Ferne zu den Blüten gelenkt werden.

2) Versuche mit Modellgruppen, in welchen sich keulenlose Modelle neben keulenträgenden befinden.

Stellt man unmittelbar neben einem Glasmmodell, das mit einer stinkenden *Arum*-Keule versehen ist, ein zweites Glasmmodell auf, das keinen Köder enthält, so kann man, wenn die Spatha-Öffnung nach der gleichen Seite gerichtet ist, regelmäßig beobachten, daß das köderhaltige und auch das köderlose Modell Insekten fängt. Stellt man dagegen zwei köderlose Glasmmodelle als Modellpaar unmittelbar nebeneinander auf, so wird man keine Insekten damit fangen. Daraus ergibt sich, daß ein solches köderloses, in unmittelbarer Nähe eines nach der gleichen Seite geöffneten köderhaltigen Modells an dem Erfolg der chemischen Fernwirkung des letzteren teilnimmt. Dies hängt damit zusammen, daß sich von einem duftenden Körper die Duftstoffteilchen bei annähernd ruhiger Luft nicht gleichmäßig und geradlinig nach allen Seiten fortbewegen, sondern ungleichmäßig und in mannigfaltig gewundenen

Schlieren von verschiedener starker Duftverdünnung. Dadurch ist auch eine wohlgezielte, geradlinige Einstellung und Anflugbewegung eines der Duftquelle zulliegenden Tieres ausgeschlossen. Eher ist bei stärkerer gleichmäßiger Luftströmung ein geradliniger und dadurch zielsicherer Anflug des Tieres möglich, da die rasch bewegte Luft die vom Duftobjekt sich loslösenden Duftstoffteilchen auch auf größeren Strecken in gerader Richtung fortträgt.¹⁾ Infolge dieser unverlässlichen Art der Duftverbreitung kann die Fernorientierung der Insekten nach dem Duft nur eine ganz grobe und allmähliche sein. Dementsprechend werden sich die vom Duft angelockten Insekten auch auf das köderlose Modell niedersetzen oder sich in dessen Spatha-Öffnung hineinfallen lassen, gerade so, wie sich die von einem einzeln stehenden köderhaltigen Modell angelockten Tiere (wie bei dem in Fig. 77, S. 445, dargestellten Fall) auch vielfach auf die benachbarten Pflanzenteile niederlassen oder zwischen ihnen zu Boden fallen. Als Beispiel für das Ergebnis eines Versuches mit einem köderlosen Modell, das neben einem köderhaltigen stand, will ich hier zunächst einen Versuch wiedergeben, den ich am 23. Mai auf meinem Hauptversuchsplatz in einer großen Doline bei Ledence ausgeführt habe. Die Versuchsanordnung ergibt sich aus Bild 5 der Tafel 10. Auf der rechten Seite des Vordergrundes sieht man zwischen belüfteten Salbeiästen vor einem hellen Gesteinsstück zwei *Arum*-Modelle. Das rechte Modell enthält innerhalb seiner dunklen Spatha eine stinkende *Arum*-Keule, eingefügt in die mit Wasser gefüllte hohle Säule des Modells. Das daran fast anstoßende linke Modell besitzt innerhalb seines weißen Oberteiles keinen Köder; an dessen Stelle ragt der weiße Filterpapierdocht, der sonst zur Wasserversorgung der lebenden *Arum*-Keule dient, weit aus der mit Wasser gefüllten Säule hervor. Dies ist deutlicher in Bild 6 der Tafel zu sehen. Um den Fangserfolg dieses Modellpaares besser beurteilen zu können, ist wenige Schritte links dahinter (knapp vor einem *Crataegus*-Gebüsch) ein zweites Modellpaar aufgestellt (siehe Bild 5, Mitte). Das linke Modell dieses Paares enthält in seinem dunklen Oberteil eine *Arum*-Keule des zweiten Tages, die am Morgen nur mehr eine Spur des am ersten Tage so kräftigen Duftes zeigte, nachdem sie, wie ich feststellte, am Vortage zahlreiche Insekten in die Gefangenschaft gelockt hatte. In dem rechten Glasmodell befindet sich innerhalb der weißen Spatha eine duftlose Keule des dritten Tages der Anthese. Auf dem Versuchsplatze ist es fast windstill bei veränderlichem Wetter, der Himmel ist zeitweise bewölkt, dazwischen gibt es manchmal auch freien Sonnenschein. Der Versuch beginnt um 8 Uhr 30 Min. vormittags und wird um 12 Uhr 30 Min. nachmittags bei einsetzendem Regen abgebrochen. Das Modell mit der stinkenden *Arum*-Keule hat während der verhältnismäßig kurzen Versuchszeit folgende Insekten gefangen:

¹⁾ Vgl. darüber Ins. u. Bl. II, S. 45 f.

Diptera:

- 1 *Bor*
- 3 *Olin*
- 1 *Scot*
- 1 *Cop*
- 2 *Sph*

In d
Modellpaar
Besucher:

Diptera:

- 1 *Hali*
- 1 *Scia*

(Die Modelle
Zeit keine T
di

Einer
modell, we
Modellen f
artige Ver
denselben
Ausrüstung
gen nach e
ander fast
je eine sti
neben ihne
dunkler Sp
köderloses
Crataegus-C
Solche Ver
vorm, bis 1
bis 5 Uhr
suchstagen
war der Er
Tabelle hei
nahme von

¹⁾ Da d
vorkommen, i
Arum nigrum
Blütenstände
von *Arum ital*

Diptera:

- 1 *Borborus equinus* Fall.
- 3 *Olina geniculata* Macqu.
- 1 *Scotophilella mirabilis* Collin
- 1 *Coprophila pusilla* Meigen
- 2 *Sphaerocera pusilla* Meigen

Coleoptera:

- 5 *Oxytelus sculpturatus* Grav.
- 1 *Aphodius tristis* Panz.

In dem unmittelbar benachbarten köderlosen Modell desselben Modellpaares fand ich vier Insekten, darunter drei typische *Arum*-Besucher:

Diptera:

- 1 *Halidayina spinipennis* Hal.
- 1 *Sciara* sp.¹⁾

Coleoptera:

- 1 *Oxytelus sculpturatus* Grav.
- 1 *Aphodius meridarius* F.

(Die Modelle mit den alten, aber normal gefärbten *Arum*-Keulen haben in derselben Zeit keine Tiere gefangen, während Modelle mit stinkender Keule, wenn ich sie auf diesem Platze aufstellte, sonst immer reichliche Beute erzielten.)

Einen noch größeren Fangerfolg hat ein solches keulenloses Glasmodell, wenn es sich in unmittelbarer Nachbarschaft von zwei anderen Modellen befindet, die mit stinkenden *Arum*-Keulen versehen sind. Derartige Versuche habe ich kurz vor dem eben mitgeteilten Versuch auf demselben Platze durchgeführt. Ich stellte die drei Modelle in voller Ausrüstung ebenfalls so nebeneinander auf, daß sie ihre Spatha-Öffnungen nach derselben Seite richteten und die Ränder der Oberteile einander fast berührten. Zwei Modelle dieser dreiteiligen Gruppe besaßen je eine stinkende *Arum*-Keule innerhalb eines weißen Oberteiles. Links neben ihnen befand sich das köderlose Modell der Gruppe, diesmal mit dunkler Spatha. Zur Kontrolle diente bei jedem Versuch ein weiteres köderloses Modell mit dunkler Spatha, das für sich allein vor dem *Crataegus*-Gebüsch meines Hauptversuchsplatzes aufgestellt wurde. Solche Versuche habe ich in gleicher Weise am 20. Mai (7 Uhr 30 Min. vorm. bis 12 Uhr 30 Min. nachm.) und am 22. Mai (7 Uhr 30 Min. vorm. bis 5 Uhr 30 Min. nachm.) ausgeführt. Das Wetter war an beiden Versuchstagen regnerisch, der Himmel fast immer ganz bedeckt. Trotzdem war der Erfolg der Modellgruppe nicht schlecht, wie aus der folgenden Tabelle hervorgeht. Alle Besucher des keulenlosen Modells (mit Ausnahme von *Sciara*) sind typische *Arum*-Besucher.

¹⁾ Da die Larven von *Sciara* an Orten mit sich zersetzenden organischen Stoffen vorkommen, ist wohl anzunehmen, daß die Imagines durch den Duft der Keule von *Arum nigrum* angelockt werden können, wemgleich ich sie in der Beute natürlicher Blütenstände nicht antraf. — F. Delpino fand eine *Sciara*-Art unter den Besuchern von *Arum italicum* (Knuth, Handbuch II. 2, S. 419).

Gefangene Insekten	Linkes Modell, Oberteil (dunkel) ohne Keule		Mittleres Modell, Oberteil (hell) mit Keule		Rechtes Modell, Oberteil (hell) mit Keule	
	20.V.	22.V.	20.V.	22.V.	20.V.	22.V.
	Diptera:					
<i>Borborillus ritripennis</i> Meigen . . . . .	.	.	1	.	.	1
<i>Borborus equinus</i> Fall. . . . .	.	1	.	1	.	.
<i>Olinia geniculata</i> Macq.	1	1	1	.	1	1
<i>Paracollinella caenosa</i> Rondani . . . . .	.	1	1	1	.	.
<i>Scotophilella mirabilis</i> Collin . . . . .	.	1	.	.	2	.
<i>Scotophilella appendiculata</i> Villeneuve . . . . .	.	.	.	.	1	.
<i>Scotophilella crassimana</i> Hal. . . . .	.	.	.	.	.	2
<i>Scotophilella</i> sp. (schlecht erhalten) . . . . .	.	.	.	.	.	1
<i>Coprophila ferruginata</i> Stenl. . . . .	.	1	.	.	.	1
<i>Coprophila pusilla</i> Meigen . . . . .	.	.	.	1	1	.
<i>Halidayina spinipennis</i> Hal. . . . .	.	2	1	.	.	.
<i>Sphaerocera subsultans</i> Latr.	1	.	1	3	3	1
<i>Sphaerocera pusilla</i> Meigen . . . . .	.	.	1	.	1	2
<i>Psychoda</i> sp. . . . .	.	.	.	.	1	.
<i>Sciara</i> sp. . . . .	.	.	1	.	.	.
	2	7	7	6	10	9
Coleoptera:						
<i>Oxytelus sculpturatus</i> Grav.	1	.	1	.	.	3
<i>Athleta atramentaria</i> Gyll. . . . .	.	1	.	.	.	.
<i>Cereyon haemorrhoidalis</i> F.	1	1	.	.	.	.
<i>Cereyon pygmaeus</i> Ill.	1	1	.	.	1	4
<i>Aphodius tristis</i> Panz.	1	7	.	1	.	8
<i>Aphodius quadrimaculatus</i> L. . . . .	.	1	.	.	.	.
<i>Aphodius prodromus</i> Brahm. . . . .	.	.	1	.	.	.
<i>Onthophagus punctatus</i> F. . . . .	.	.	.	.	.	1
<i>Caccobius Schreberi</i> L. . . . .	.	1	.	1	.	2
	4	12	2	2	1	18

(Das keulenlose einzeln stehende Kontrollmodell erzielte an keinem dieser beiden Versuchstage irgendwelchen Erfolg.)

Daß in einer solchen dreiteiligen Modellgruppe das köderlose Modell einen so reichen Fang aufweist, ist die unmittelbare Folge davon, daß die zwei daneben stehenden keulenhaltigen Modelle als Modellpaar in dem schon früher angegebenen Sinne wirken, wobei jedes von ihnen als Nachbar des anderen mehr Insekten anlockt und fängt als ein einzeln stehendes, sonst ganz gleich ausgestattetes Modell. Bei dem gesteigerten Anlockungserfolg der eng beisammenstehenden keulenhaltigen Modelle hat nun auch das knapp daneben befindliche keulenlose Modell einen größeren Anteil an jenen Insekten, so daß die Tiere des köderlosen Modells als Abfall von der Beute der beiden anderen Modelle zu betrachten sind.

Aus dem Er-
sich vor allem zu
wie ungenau
anlockung ist,
chemischen Fern-
geloekten Insekte
wurde dabei aber
wie sehr unmit-
mit Hilfe des I-
chemischen F-
tenstände der *Ar-*
einzeln, so daß für
kommen kann, do-
Blüten, die einan-
können, daß sie z.
auftreten oder sich
menfinden.

e) Versuc

Wir haben f
Spatha von *A. nig-*
beteiligt. Wir kön-
stehenden optisch
diesem Falle nicht
der Spatha¹⁾
daß diese Frage zu

Wir gehen be
der Zweiflügler au-
stände angelockt v
bevor sie in die C
sehenfall wieder v
Fliegen auf der Sp
schen Fernanlocku
Insekten nur ma
Falle einer durch-
sich die Tiere bei
ja nur von dieser-
geht. Da dies nicht

¹⁾ Wenn ich hi
mit eine optische W
unmittelbar vor dem
einstellt, vermag ich
Zentimeter handeln.
Ann. 1 Gesagte.

Aus dem Erfolge der drei zuletzt mitgeteilten Versuche ergeben sich vor allem zwei wichtige Tatsachen. Erstens sehen wir, wie ungenau und unzuverlässig die Wirkung der Duftanlockung ist. Die schon früher gemachte Beobachtung, daß bei der chemischen Fernwirkung der *Arum*-Blütenstände nur ein Teil der angelockten Insekten in den Kessel des duftenden Blütenstandes gelangt, wurde dabei abermals bestätigt. Zweitens zeigen uns diese Versuche, wie sehr unmittelbar benachbarte Blumen, welche nur mit Hilfe des Duftes Insekten anlocken, einander in der chemischen Fernwirkung unterstützen können. Die Blütenstände der *Arum*-Arten stehen zwar in der freien Natur gewöhnlich einzeln, so daß für sie diese gegenseitige Unterstützung kaum in Betracht kommen kann, doch gibt es verschiedene andere Pflanzen mit duftenden Blüten, die einander dadurch in der chemischen Fernwirkung fördern können, daß sie z. B. einzeln an Pflanzen dichter, reichblühender Bestände auftreten oder sich in größerer Zahl als Teile von Blütenständen zusammenfinden.

e) Versuch einer ökologischen Deutung der Spatha-Farbe.

Wir haben früher hervorgehoben, daß die auffallende Farbe der Spatha von *A. nigrum* sich nicht an der Fernanlockung der Besucher beteiligt. Wir können hier also nicht von einer im Dienste der Bestäubung stehenden optischen Fernwirkung der Spatha sprechen. Könnte aber in diesem Falle nicht vielleicht trotzdem eine optische Nahwirkung der Spatha¹⁾ irgendwie den Besuchern dienstbar sein? Ich glaube, daß diese Frage zu bejahen ist.

Wir gehen bei unseren Überlegungen am besten von dem Verhalten der Zweiflügler aus. Diese setzen sich, wenn sie von einem *Arum*-Blütenstande angelockt werden, gewöhnlich zunächst auf dessen Spatha nieder, bevor sie in die Gefangenschaft geraten oder ohne einen solchen Zwischenfall wieder weiterfliegen. Daß es sich bei diesem Niedersetzen der Fliegen auf der Spatha nicht einfach um den letzten Abschnitt der chemischen Fernanlockung handelt, ergibt sich daraus, daß sich die angelockten Insekten nur manchmal im Fluge sogleich zur Keule begeben. Im Falle einer durch nichts beeinträchtigten chemischen Wirkung müßten sich die Tiere bei ihrer Landung immer nur der Keule zuwenden, weil ja nur von dieser die chemische Fernanlockung des Blütenstandes ausgeht. Da dies nicht der Fall ist, könnte man daran denken, daß vielleicht

¹⁾ Wenn ich hier von einer optischen Nahwirkung spreche, so meine ich damit eine optische Wirkung, welche bei den vom Duft angelockten Insekten erst unmittelbar vor dem Blütenstande eintritt. Die Entfernung, in der sich diese Wirkung einstellt, vermag ich nicht genau anzugeben, doch kann es sich dabei nur um wenige Zentimeter handeln. -- Hinsichtlich Fernwirkung und Nahwirkung gilt das auf S. 438. Anm. 1 Gesagte.

2.V.	Rechtes Modell, Oberteil (hell) mit Keule	
	20.V.	22.V.
.	.	1
.	1	1
.	.	.
.	2	.
.	1	.
.	.	2
.	.	1
.	1	1
.	.	.
.	3	1
.	1	2
.	1	.
.	.	.
.	10	9
.	.	3
.	.	.
.	.	.
.	1	4
.	.	8
.	.	.
.	.	.
.	.	1
.	.	2
.	1	18

dieser beiden

köderlose Mo-
 Folge davon,
 s Modell pa a r
 des von ihnen
 als ein einzeln
 m gesteigerten
 itigen Modelle
 Modell einen
 es köderlosen
 Modelle zu be-

ein besonderer, nur der Spatha zukommender Duft die Fliegen vielfach im letzten Augenblicke von der unmittelbaren Annäherung an die Keule abhält und zur Spatha hinleckt. Daß an der Spatha kein solcher Duft wirksam sein kann, der schließlich in einen Wettbewerb mit dem Keulendufte tritt, kann man daraus erkennen, daß sich auch bei den Versuchen mit Glasmodellen, die eine natürliche, stinkende *Arum*-Keule enthalten, die Fliegen meistens zunächst auf die Spatha niedersetzen, obgleich diese aus Glas und dadurch — natürlich in reinem Zustande — für die Fliegen gänzlich duftlos sein muß. Es kann sich also hier nur um eine optische Wirkung der Spatha aus nächster Nähe handeln.

Eine Fliege setzt sich nur dann auf einen Gegenstand nieder, wenn sie diesen Gegenstand sieht. Das Niedersetzen erfolgt wohlorientiert, das Tier läßt sich nicht einfach regellos auf einen Gegenstand herabfallen. Alle „Gegenstände“ sind aber optisch nur an den Grenzen kontrastierender Flächen zu erkennen. Dies gilt somit auch für eine Spatha von *A. nigrum*, auf die sich ein Insekt niedersetzt. Eine solche schwarzpurpurne Spatha dürfte in ihrer Umgebung ganz besonders kontrastreich wirken und dadurch könnte sie die Insekten, welche den Duftschlieren folgen, besonders leicht zum Niedersetzen veranlassen. Daß die Spatha von *A. nigrum* für Insekten mit genügenden optischen Fähigkeiten weit dunkler erscheinen muß als grüne Laubblätter und andere Teile der Umgebung des Blütenstandes, wurde von mir schon früher (S. 449) hervorgehoben.¹⁾ Zur Erzielung einer starken Kontrastwirkung innerhalb der Umwelt des Blütenstandes müßte aber die Spatha nicht notwendig schwarzpurpurn sein. Dies könnte wohl ebenso gut eine weiße Spatha leisten, denn auch eine

¹⁾ Da schon für verschiedene Insektengruppen ein ausgesprochenes Farbensehen nachgewiesen werden konnte, dürfen wir nicht ohne weiteres annehmen, daß den Besuchern von *Arum nigrum* die Fähigkeit der Farbenunterscheidung gänzlich fehlt. Vielleicht machen diese Tiere von ihrer (allenfalls nur sehr schwach ausgebildeten) Fähigkeit beim Aufsuchen der genannten Blütenstände keinen nachweisbaren Gebrauch. Bisher konnte ich bei diesen Insekten zwar keinerlei Äußerung des Farbensinnes feststellen. Es wäre aber dennoch möglich, daß unter den verschiedenen Faktoren, welche das Insekt dazu veranlassen, sich auf einem bestimmten Gegenstande niederzusetzen (oder darauf zu fallen), wenn es schon in dessen Nähe angelangt ist, sich auch die Farbwirkung des betreffenden Gegenstandes befindet. In diesem Falle würde es sich also um die optische Nahwirkung des betreffenden Objektes handeln. Die sicher vorhandene Kontrastwirkung von Hell und Dunkel könnte somit bei *Arum nigrum* noch durch den Farbenkontrast zwischen dem Schwarzpurpur der Spatha und dem Grün des benachbarten Laubes verstärkt und so die Sichtbarkeit des Objektes erhöht werden. (Daß es für farbenfichtige Insekten auch wirklich Farbenkontraste gibt, ist durch die neuesten Untersuchungen an Honigbienen festgestellt worden.) Allerdings könnte es sich hier nur um einen schwachen Farbenkontrast handeln, da nach meiner Prüfung mit dem Taubenschwanz (S. 307) die Spatha-Farbe bei auffallendem Lichte den Tieren eher „schwarz“ als „purpurn“ (= Blaugruppe der Farben) erscheinen dürfte.

solche wird *A. italicum* Weiße nun in dieser Hinsichten. Schließbarer Duftwi daß man stet von *A. nigrum* grünen Laub den eben von

Diese a gehende Folg bestätigen. Z Versuchen m die Fliegen der äußeren setzen, bevor In dieser Hin auch das Be lichen. Mode darin gerades tatsächlich f tätig ist, ob d Umgebung ist also keine gen, so daß a wenn ein solc erwähnten T würde.

Es ist ni der Spatha s Doch läßt sie welche einen raume¹⁾ des gewöhnlich m verkehrter St einen benach

¹⁾ Über d

²⁾ Zum ei derartige Verla Tier in der glei unten, auf der U geartet sein, da

solche wird sich besonders kontrastvoll in die Umgebung einfügen. *A. italicum* mit seiner grünlichweißen Spatha ist ein Beispiel dafür. Weiße und schwarze Spathen wären also nach der Helligkeit in dieser Hinsicht die günstigsten Fälle in der Reihe der Möglichkeiten. Schließlich müßte aber auch eine laubgrüne Spatha bei brauchbarer Duftwirkung der Keule gerade genügen. Dies ergibt sich daraus, daß man stets in der unmittelbaren Nähe der anlockenden Blütenstände von *A. nigrum* zahlreiche vom Dufte angelockte Insekten auf dem grünen Laube der benachbarten Gewächse sitzen sieht. Die Tiere wurden eben von dem grünen Laube zum Niedersetzen „eingeladen“.

Diese aus der Beobachtung der natürlichen Blütenstände sich ergebende Folgerung läßt sich auch durch meine Modellversuche bestätigen. Zunächst sei nochmals hervorgehoben, daß sich auch bei den Versuchen mit Glasmodellen, die eine stinkende *Arum*-Keule enthalten, die Fliegen, welche darin gefangen werden, zunächst gewöhnlich auf der äußeren Oberfläche, seltener auf der Innenseite der Spatha niedersetzen, bevor sie abstürzen und dadurch in die Gefangenschaft geraten. In dieser Hinsicht können die schematischen Bilder der Fig. 72 (S. 413) auch das Benehmen der Insekten bei den Glasmodellen veranschaulichen. Modelle mit schwarzpurpurnem Obertheile verhalten sich darin gerade so wie solche mit weißem Obertheile. Daraus folgt, daß es tatsächlich für den Antrieb zum Niedersetzen gleichgültig ist, ob die Spathen heller oder dunkler sind als ihre Umgebung. Die dunkle Farbe der natürlichen Spatha von *A. nigrum* ist also keine unerläßliche Vorbedingung für das Niedersetzen der Fliegen, so daß auch ein Blütenstand dieser Art mit „albinotischer“ Spatha, wenn ein solcher irgendwo einmal vorkäme, in seiner Wirkung auf die erwähnten Tiere nicht hinter einem normal gefärbten zurückstehen würde.

Es ist nicht unmöglich, daß eine solche optische Nahwirkung der Spatha sich auch bei der Annäherung der Käfer geltend macht. Doch läßt sich dies nicht mit Sicherheit nachweisen, da sich die Käfer, welche einen *Arum*-Blütenstand besuchen, bei ihrer Ankunft im Duft-¹⁾raum des Blütenstandes nicht regelrecht niedersetzen, sondern sich gewöhnlich mehr oder weniger fallen lassen, so daß sie häufig sogar in verkehrter Stellung (mit den Beinen nach oben!) auf die Spatha oder einen benachbarten Gegenstand aufschlagen.²⁾ Es könnte immerhin

¹⁾ Über den Begriff „Duft-¹⁾raum“ s. Insekten und Blumen II, S. 22.

²⁾ Zum eigentlichen Niedersetzen aus dem Fluge ist bei der Landung eine derartige Verlangsamung der Flugbewegung notwendig, daß das betreffende Tier in der gleichen Stellung, in der es zu fliegen pflegt, also mit den Beinen nach unten, auf der Unterlage ankommt. Die Flugbewegung muß im letzten Augenblicke so geartet sein, daß das Insekt sogleich seine Haftvorrichtungen betätigen kann, da es

möglich sein, daß sich ein solcher Käfer erst dann niederfallen läßt, wenn sich vor oder unter ihm ein Objekt befindet, welches sich besonders kontrastreich von der Umgebung abhebt. In diesem Falle würde sich die dunkle Spatha ebenso wie eine besonders helle auch bei der Annäherung der Käfer optisch bewähren. Aber auch dann könnte es sich nur um eine optische Wirkung nach erfolgter Duftanlockung handeln.

Was ich hier zunächst im Hinblick auf einzelnstehende Modelle auseinandersetze, zeigt sich noch anschaulicher bei jenen Versuchen mit Modellgruppen, welche neben keulentragenden Modellen auch ein keulenloses enthalten (Versuche vom 20., 22. und 23. Mai, S. 458 ff.). Auch ein solches keulenloses Modell fängt Insekten. Es setzen sich die vom Dufte des benachbarten Modells angelockten Fliegen oft auch auf der köderlosen Spatha nieder. Ebenso lassen sich auch Käfer in diese Spatha hineinfallen, obgleich kein Duft aus ihr hervorkommt. Hier ist die Unterlage, auf welche sich die Fliegen niedersetzen und die Käfer fallen lassen, mindestens doppelt so weit (etwa 5 bis 10 cm) von der Duftquelle entfernt als bei der Spatha eines keulenhaltigen Modells und eines natürlichen Blütenstandes. Man sieht daraus, daß die optische Wirkung einer Spatha auch noch dann vorhanden ist, wenn sie von der wirksamen Duftquelle weiter als gewöhnlich getrennt ist.

Damit glaube ich gezeigt zu haben, daß eine optische Nahwirkung der dunklen Spatha-Farbe in dem angegebenen Sinne für die Insekten vorhanden ist, ohne daß ich jedoch die dunkle Spatha-Farbe als „besondere Anpassung“ an ihre Besucher auffassen möchte. Die Spatha von *Arum nigrum* würde ja auch dann instande sein, der vom Keulendufte

sonst auf stärker geneigten Unterlagen beim Abstellen der Flügelbewegung ausgleiten oder abstürzen müßte. Die Flügel müssen beim Aufsetzen der Beine auf die Unterlage noch schwirren und so lange der Schwerkraft entgegenwirken, bis das Tier festen Fuß gefaßt hat. So benehmen sich auch die als *Arum*-Besucher in Betracht kommenden Dipteren. Dagegen pflegt z. B. ein der Gattung *Aphodius* angehöriger Käfer, in der Nähe des duftenden Objektes angelangt, noch im raschen Fluge plötzlich die Flügel einzuziehen und sich fallen zu lassen. Dies kann man leicht beobachten, wenn man *Aphodius*-Arten bei ihrer Annäherung an einen im Freien liegenden Fladen von Rindermist betrachtet. Diese Käfer kommen raschen Fluges heran, das letzte Stück des Weges meist gegen den Wind fliegend, in der Nähe des Fladens ziehen sie plötzlich die Flügel ein und erreichen so im freien Fall den Boden, auf dem sie in irgend-einer Körperstellung recht unsanft landen. Manchmal fallen sie dabei unmittelbar auf den Mist, gewöhnlich aber in dessen Nähe auf den Erdboden, und das letzte Stück des Weges wird dann unter mancherlei Zwischenfällen mit Hilfe der Beine zurückgelegt, wobei es auf einem dichter bewachsenen Boden sehr leicht vorkommen kann, daß ein solcher Fußgänger den Mist verfehlt. Häufig muß sich ein derartiger Käfer — oft unter beträchtlichen Schwierigkeiten — erst umdrehen, wenn er zufällig mit dem Rücken voran den Erdboden erreichte.

angeloekten
gefährt wär

Nachd
stellt ist, da
Duft der K
fragen, welc
sehen Aulo
„Pflanzenle
läufig bezei
licht, nach
ekelhaften
rechnet. Die
lichen G
chemische U
deutungslos
waren. Ke
an und heb
Blüten des
nem Trimet

Bevor
geschiedener
der schon t
wirkung die
Ähnlichkeit,
wie sich die

Die In
gefunden w
nahme typ
die Blütenst
auffiel, wie
menschli
die charakte
trifft, der ei
Zwecke habe
in solchem
Rücken bei
derselben Ze
zufällig auel
ein Verzeich
ständigkeit
gen und Art
den habe, si

angelockten Insekten sich zu bemächtigen, wenn sie laubgrün oder anders gefärbt wäre.

6. Über die Duftstoffe.

Nachdem nun durch verschiedene Versuche einwandfrei festgestellt ist, daß die von den Blütenständen gefangenen Insekten durch den Duft der Keule aus der Ferne herangelockt werden, müssen wir nun fragen, welcher Art die Substanzen sind, welche sich an dieser chemischen Anlockung beteiligen. Kerner von Marilaun hat in seinem „Pflanzenleben“ (2. Aufl., 2. Bd., S. 179 ff.) eine von ihm selbst als vorläufig bezeichnete Einteilung der Blumendüfte (in 5 Gruppen) veröffentlicht, nach welcher er die für uns unangenehmen, mehr oder weniger ekelhaften Düfte der Aroideen-Blütenstände zu den „Indoloïden Düften“ rechnet. Diese Einteilung wurde größtenteils auf Grund der menschlichen Geruchswahrnehmungen gemacht, da ausreichende chemische Untersuchungen über die Zusammensetzung der technisch bedeutungslosen Duftstoffe damals — wie auch heute — recht spärlich waren. Kerner schließt an diese „Indoloïden“ Düfte die „Laminoloïden“ an und hebt dabei besonders hervor, daß der eigentümliche Duft der Blüten des Weißdorns (*Crataegus*) erwiesenermaßen von ausgeschiedenem Trimethylamin herrührt.

Bevor ich näher auf die chemische Natur der von den Keulen ausgeschiedenen überreichlichen Stoffe eingehe, wollen wir uns hier noch mit der schon früher erwähnten Tatsache beschäftigen, daß die Gesamtwirkung dieser Stoffe für unsere Geruchswahrnehmung eine auffallende Ähnlichkeit mit der des Menschenkotes besitzt, und uns fragen, ob und wie sich diese Tatsache für unsere Erwägungen verwerten läßt.

Die Insekten, welche von mir in den Blütenständen von *A. nigrum* gefunden wurden — ich stellte 48 Arten fest —, sind nahezu ohne Ausnahme typische Kotinsekten. Da mir und anderen, denen ich die Blütenstände im Zustande des ersten Tages zeigte, immer wieder auffiel, wie sehr der Gestank der Keule jenem sich zersetzenden menschlichen Kotes ähnlich ist, suchte ich festzustellen, ob man die charakteristischen Besucher von *A. nigrum* auch auf Menschenkot trifft, der einige Zeit im Freien sich selbst überlassen war. Zu diesem Zwecke habe ich nun die häufigsten Fliegen und Käfer, die ich auf und in solchem Kote fand, gesammelt. Ich besorgte dies auf dem Vermaß-Rücken bei Cattaro, wo ich in einem Eichenwäldchen, an dessen Raud in derselben Zeit stinkende Blütenstände von *A. nigrum* vorhanden waren, zufällig auch derartigen Menschenkot antraf. Ich gebe nun im folgenden ein Verzeichnis dieser Tiere wieder, das zwar keinen Anspruch auf Vollständigkeit erheben kann, aber für unsere Zwecke genügt. Jene Gattungen und Arten, die ich auch in den Blütenständen von *A. nigrum* gefunden habe, sind durch Fettdruck hervorgehoben.

Diptera:

Nemopoda cylindrica Fabr.
Anthomyia sp.
Crumomyia nigra Meigen
Oliua geniculata Macqu.
Scotophilatella crassimana Hal.
Sphaerocera subsultans Latr.

Coleoptera:

Oxytelus sculpturatus Grav.
Platysthetus cornutus Grav.
Aleochara intricata Mannh.
Hister quadrimaculatus L.
Aphodius erraticus L.

Coleoptera:

Aphodius merdarius F.
Aphodius tristis Panz.
Aphodius quadriguttatus Herbst
Aphodius prodromus Brahm
Aphodius pubescens Sturm var.
tabidus Er.
Aphodius horidus F.
Otilicellus fulvus Goetz
Anthophagus Aegyptus Oliv.
Anthophagus taurus Schreber
Anthophagus orabus L.
Anthophagus fuscatus F.
Anthophagus lemur L.
Caccobius Schveberi L.

Aus diesem Verzeichnis ergibt sich, daß fast alle Insektenarten mit geringer Körpergröße, welche ich im menschlichen Kot und auf solehem fand, auch in den Blütenständen von *A. nigrum* anzutreffen waren. Jene Käfer, die wohl im Menschenkot, nicht aber in den Blütenständen vorkamen, sind von solcher Größe, daß es ihnen unmöglich gewesen wäre, durch die enge Öffnung des Spatha Halses in den Kessel des Blütenstandes hineinzugelangen. Da wir aus der Übereinstimmung so zahlreicher Insektengattungen und -arten in beiden Fällen auch auf eine weitgehende Übereinstimmung in den anlockenden Duftsubstanzen schließen müssen, so dürfte das Fehlen der größeren Kotkäfer in den *Arum*-Kesseln wohl nur darauf zurückzuführen sein, daß diese Tiere von den Blütenständen zwar ebenso angelockt werden wie die kleineren Insekten, aber von ihnen wegen der engen Eingangspforte des Kessels nicht gefangen werden können.

Aus der großen Übereinstimmung der Insekten von *A. nigrum* und jener des Menschenkotes sowie aus der für uns so großen Übereinstimmung im Geruch dürfen wir aber nicht schließen, daß zu einer Anlockung für die betreffenden Insekten der in beiden Fällen vorhandene Gesamtkomplex flüchtiger Stoffe notwendig ist. Es genügen im Gegenteil bestimmte Komponenten des Gemisches. Für unsere Geruchswahrnehmung erscheint z. B. der Pferdemist sehr charakteristisch und keineswegs ähnlich dem Menschenkot, und trotzdem sind die von mir auf dem Menschenkote gefundenen Dipteren-Arten (*Sphaerocera subsultans*, *Oliua geniculata* u. a.) auch auf Pferdemist besonders häufig. Die oben genannten Fliegen kommen aber auch sehr häufig auf Rindermist vor, der auf unseren Geruchssinn ganz anders wirkt als die früher erwähnten Exkremente und die Kente von *A. nigrum*. Man darf also nicht sagen, daß die Besucher dieser *Arum*-Art an den Gestank des Menschenkotes angepaßt sind. Die Duftstoffe, an welche die Besucher von *A. nigrum* angepaßt sind, kommen vielmehr in recht verschiedenen Kot-

arten und wesenden zeigen die in über das sons

Wir kön
 weiters Schliü
 machen. Wir
 fallenden Unte
 arten maßgebe
 zu können, mi
 von den stül
 (Gase) auf ihr
 man eine gleic
 beachtetem Ke
 welche chemis
 stinkenden Ol
 sehr langwier
 Die zuletzt ab
 nach als Köde
 den, ähnlich v
 herauszubring
 die typischen
 sind wir aber
 mutungen
 genannten *Arum*
 vermuten könn
 mir nach den
 lich. Dagegeg
 Ammoniak
 und Steiner
 Eiweißatmung
 lockung zuko

1) G. Kle
 Wien) haben sic
 die Eiweißatm
 Appendices bese
 förmigen Stoffe,
 absondert, das
 (Methylamin u. a.
 negatives Ergeb
 Untersuchungen
 aus Süddalmatier
 Universität ange
 Untersuchungen
 erwarten.

arten und überdies oft auch in verschiedenen verschiedenen tierischen und pflanzlichen Stoffen vor. Dies zeigen die in den Tabellen S. 118—120 zusammengestellten Angaben über das sonstige Vorkommen dieser Tiere.

Wir können somit aus der Art der angeflochtenen Insekten nicht ohne weiteres Schlüsse auf die chemische Natur der anlockenden Substanzen machen. Wir wissen ja auch nicht, welche Stoffe bei den für uns so auffallenden Unterschieden im Geruche des Kotes verschiedener Säugetierarten maßgebend sind. Um die erwähnte chemische Feststellung machen zu können, müßten wir in folgender Weise vorgehen. Zuerst müßten die von den stinkenden Keulen von *Araucaria nigrum* ausgeschiedenen Stoffe (Gase) auf ihre chemische Zusammensetzung geprüft werden, dann müßte man eine gleiche Feststellung bei verschiedenen von den *Araucaria*-Besuchern besuchten Kotarten durchführen, und schließlich wäre nachzusehen, welche chemischen Stoffe den gasförmigen Ausscheidungen aller dieser stinkenden Objekte gemeinsam sind. Solche Untersuchungen sind aber sehr langwierig und methodisch mit großen Schwierigkeiten verbunden. Die zuletzt als gemeinsam erkannten Stoffe müßte man dann der Reihe nach als Köder bei Versuchen mit meinen *Araucaria*-Glasmodellen verwenden, ähnlich wie bei den Vorversuchen mit faulem Blut (S. 44 f.), um so herauszubringen, welche von den Stoffen eine anlockende Wirkung auf die typischen Besucher von *A. nigrum* ausüben. Von solchen Erfolgen sind wir aber heute noch sehr weit entfernt, so daß wir jetzt nur Vermutungen über die chemische Natur der anlockenden Stoffe der genannten *Araucaria* Art vorbringen können. Daß Indol und Skatol, wie man vermuten könnte, bei der Anlockung eine wichtige Rolle spielen, scheint mir nach den Ergebnissen meiner eigenen Prüfungen wenig wahrscheinlich. Dagegen wird eher dem von der Keule ausgeschiedenen freien Ammoniak und verschiedenen gasförmigen Ammonien, welche Klein und Steiner im Gaswechsel der stinkenden Keule als Endprodukte der Eiweißzersetzung nachweisen konnten, ein wichtiger Anteil an der Anlockung zukommen.¹⁾

¹⁾ G. Klein und M. Steiner (Pflanzenphysiologisches Institut der Universität Wien) haben sich in ihren derzeit noch nicht veröffentlichten Untersuchungen über die Eiweißatmung auch mit den stinkenden Exhalationen verschiedener Aroiden-Appendices beschäftigt. Nach brieflichen Mitteilungen ergab die Prüfung der gasförmigen Stoffe, welche die Keule von *Araucaria nigrum* am ersten Tage der Anthese absondert, das Vorhandensein von freiem Ammoniak und verschiedenen Ammonien (Methylamin u. a.). Die Untersuchung der Keulen auf Indol und Skatol hatte ein negatives Ergebnis. — Hierzu sei besonders bemerkt, daß Klein und Steiner ihre Untersuchungen über *Araucaria nigrum* an jenen Pflanzen ausführten, welche ich selbst aus Süddalmatien lebend nach Wien gebracht und im botanischen Garten der dortigen Universität angepflanzt hatte. Wir haben von diesen derzeit noch nicht abgeschlossenen Untersuchungen wichtige Ergebnisse für die Blütenökologie der „Ekelblumen“ zu erwarten.

7. Die *Arum-Spatha* als „schützendes Obdach“.

Sehr häufig finden wir in Schilderungen über die Ökologie der *Arum*-Blütenstände die Ansicht ausgesprochen, daß die Insekten, welche man im Kessel eines solchen Blütenstandes findet, dort ein „schützendes Obdach“ gesucht und gefunden haben. Man dachte dabei besonders an die kühlen Nächte, welche in der Blütezeit dieser Gewächse — wenigstens in Mitteleuropa — den warmen Frühlingstagen zu folgen pflegen. Man nahm an, daß jene Insekten, welche keine ständige Behausung haben, den Trieb besitzen, gegen Abend und auch sonst, wenn es kühler zu werden beginnt, sich rechtzeitig eine geeignete Nachtherberge auszusuchen, falls sie sich nicht ohnedies gerade an einer passenden geschützten Stelle, z. B. in einer „warmen“ Blumenkrone, befinden.¹⁾ Bei diesem Suchen nach dem Quartier müßte dann den Insekten ein so gutes, erwärmtes Obdach, wie es ein *Arum*-Blütenstand am ersten Tage der Anthese ist, sehr gelegen kommen. Solche Erwägungen bilden z. B. die Grundlage der Darstellung, welche A. v. Kerner in seinem „Pflanzenleben“ gegeben hat.²⁾ Dort wird davon gesprochen, daß die Insekten, „welche, eine Herberge suchend, in den Blütengrund geschlüpft sind“, hier eine Zeitlang wie in einem Gefängnisse festgehalten werden, wobei sie aber in der kesselförmigen Erweiterung der Spatha „einen warmen Unterstand finden“. Es sei erstaunlich, sagt Kerner, „wie viele und wie vielerlei Insekten in den Aroideenblüten einen Unterstand suchen und finden“.³⁾

Beim kritischen Lesen einer solchen Schilderung drängt sich uns vor allem folgende Frage auf: Haben die Insekten, welche man in den *Arum*-Blütenständen findet, wirklich das Bedürfnis, einen „Unterstand“ zu „suchen“? Diese Frage stellte ich mir auch für die Besucher von *A. album*. Ich habe schon öfters darauf hingewiesen, daß sich in der Nähe der Blütenstände auf verschiedenen Gegenständen zahlreiche vom *Arum*-Duft angelockte Insekten niederzulassen pflegen (vgl. S. 442 u. a.). Wenn diese Tiere wirklich den Trieb hätten, sich ein schützendes Obdach zu suchen, dann müßten sie noch vor der Dunkelheit ungeschützte Sitzplätze verlassen und sich geeignete suchen. Um darüber durch eigene Anschauung ein Urteil zu bekommen, habe ich am 10. Mai den schönen Blütenstand, von dem ich auf S. 445 gesprochen habe, bis zum Einbruche der Dunkelheit

¹⁾ Fr. W. Neger (Biologie der Pflanzen auf experimenteller Grundlage, Stuttgart, 1913, S. 612) sagt in diesem Sinne: „Windstille Räume haben zweifellos für viele Insekten, namentlich kleine Fliegen, eine große Anziehungskraft. Hiermit scheinen die sogenannten Kesselfallenblumen zu rechnen.“

²⁾ Kerner v. Marilaun, A., Pflanzenleben, 2. Aufl., Bd. 2, S. 147 f.

³⁾ Kerner spricht hier von Aroideenblüten, er meinte aber Aroideenblütenstände!

beobachtet und in versammelten. In stark dunkelte, auf den bemehle und schienen sel vor, an Ort und

Wenn es sie zum Schutze ge ein „Dach“ über Es liegen ja über Laubblätter und Bäumen sowie S vom Winde und nachten könnte, deren Nachdruck Obdach brauchen *Arum*-Insekten d werden.¹⁾ Er sa lockungsmittel m haben. . . .²⁾ Au vertreten. Es wi welche diese A systematischer E wicklung hier wi funktionell mit I Auch nach der M sinkender Sonne Schlupfwinkel fü

Diese Theor forschern so sehr kam, sie mit Hilf hat jemand u so wärmelief pino und seine nachholen. Wenn lockenden Wirku kommt, dann auf Glasmodelle am oberen Ende

¹⁾ Kirchner.

²⁾ Vgl. darüber blütenbiologisch Bd. XXXIII, S. 531 haben, daß er sich d

beobachtet und mir dabei auch das Benehmen der in seiner Umgebung versammelten Insekten angesehen. Um 7 Uhr 15 Min., als es bereits stark dunkelte, saßen die angelockten Fliegen noch in großer Menge auf den benachbarten Blättern. Sie machten keinerlei Bewegungen mehr und schienen schon zu „schlafen“. Sie zogen es allem Anscheine nach vor, an Ort und Stelle zu übernachten.

Wenn es sich in diesen Fällen den Tieren nur darum handeln würde, zum Schutze gegen Witterungsunbilden unter bestimmten Umständen ein „Dach“ über sich zu bekommen, dann wäre ihnen leicht geholfen. Es liegen ja überall auf den Standorten von *Arum* genügend trockene Laubblätter und Astbruchstücke von verschiedenen Sträuchern und Bäumen sowie Steine u. dgl. herum, unter denen ein Insekt, ungestört vom Winde und weniger der Kälte preisgegeben, ausruhen oder übernachten könnte. Allerdings scheinen die meisten Blütenökologen besonderen Nachdruck darauf zu legen, daß die *Arum*-Besucher ein warmes Obdach brauchen. So glaubte z. B. auch O. v. Kirschner, daß die *Arum*-Insekten durch die Wärme ebenso wie durch den Duft angelockt werden.¹⁾ Er sagt von der Wärme und von dem Duft: „Diese Anlockungsmittel müssen für gewisse Dipteren etwas sehr Verführerisches haben. . . .“ Auch in den Arbeiten von E. Leick ist diese Auffassung vertreten. Es wird dort unter Hinweis auf F. Delpino und G. Kraus, welche diese Auffassung begründet haben, auch unter Heranziehung systematischer Erwägungen die Ansicht verfochten, daß die Wärmeentwicklung hier wirklich ein Mittel zur Insektenanlockung darstellt, „das funktionell mit Duft und Blütenfarbe auf gleiche Stufe zu stellen ist“. Auch nach der Meinung von Leick „muß zugestanden werden, daß bei sinkender Sonne es den Tieren erstrebenswert sein muß, einen warmen Schlupfwinkel für die Nacht aufzusuchen.“²⁾

Diese Theorie von Delpino und Kraus schien bisher den Blütenforschern so sehr einleuchtend zu sein, daß niemand auf den Gedanken kam, sie mit Hilfe von Versuchen auf ihre Berechtigung zu prüfen. Nie hat jemand untersucht, ob die *Arum*-Besucher wirklich so wärmeliebend und so wärmebedürftig sind, wie Delpino und seine Anhänger glaubten. Dieses Versäumnis wollte ich nun nachholen. Wenn es wahr ist, daß die Wärmeentwicklung in ihrer anlockenden Wirkung auf die Insekten der Wirkung des Duftes gleichkommt, dann muß es ein leichtes sein, dies mit Hilfe meiner *Arum*-Glasmodelle festzustellen. Zu diesem Zwecke braucht man nur am oberen Ende der Säule, dort, wo sonst die *Arum*-Keule eingefügt

¹⁾ Kirschner, O. von, Blumen und Insekten (Leipzig und Berlin 1911, S. 209).

²⁾ Vgl. darüber O. Leick, Die Erwärmungstypen der Araceen und ihre blütenbiologische Bedeutung (Berichte d. Deutsch. Botan. Gesellsch., Jahrg. 1915, Bd. XXXIV), S. 531. Doch wird von Leick (dasselbst S. 535) ausdrücklich hervorgehoben, daß er sich des hypothetischen Charakters seiner Ausführungen voll bewußt ist.

wird, einen kleinen elektrisch betriebenen Heizkörper anzubringen und im übrigen die Gleitflächen und alles andere so vorzubereiten wie bei meinen Modellversuchen mit Duftködern. Wenn die Erwärmung des Oberteiles an dem Modell in dem gleichen Maße durchgeführt wird wie bei der Erwärmung des natürlichen *Arum*-Blütenstandes durch seine Keule, dann müßte nach der angeführten Theorie ein so vorbereitetes Glasmodell durch die Abgabe von Wärme wohl ebenso sicher bestimmte Insekten anlocken und fangen, wie es bei den vorhin beschriebenen Versuchen die Glasmodelle mit Hilfe natürlicher *Arum*-Keulen getan haben.

Solche Versuche mit einem elektrisch geheizten *Arum*-Modell habe ich im botanischen Garten der Deutschen Universität in Prag ausgeführt (vgl. Tafel 10, Bild 4). Als Heizkörper, der nicht viel größer war als eine *Arum*-Keule, diente ein Stück „Hitzdraht“, der in einer engen Spirale gewickelt war. Durch einen schwachen Wechselstrom wurde dieser Draht so weit erhitzt, daß die erwärmte Luft im oberen Teile des Helminnenraumes um 10 bis 20° C wärmer war als die Luft außerhalb der Spatha, vorausgesetzt, daß es nicht zu stark windig war. Um diese Temperatursteigerung zu erreichen, mußte der Hitzdraht wohl stark erwärmt werden, jedoch nicht so weit, daß er dem Glühen nahe war. Neben diesem Heizmodell, das an einer geschützten Stelle des Gartens aufgestellt wurde, brachte ich zu Vergleichszwecken stets auch ein leeres, ungeheiztes, aber sonst gleichartiges *Arum*-Modell an, das innen ebenfalls (wie bei allen Modellversuchen) mit einer Federweiß-Gleitfläche versehen war. Bei jedem Versuche war überdies immer auch ein *Arum*-Modell mit einem Köder aus faulem Blut aufgestellt. Diese Modelle waren an 13 verschiedenen Tagen (von Mitte Juni bis Anfang Juli) vom frühen Vormittag meistens bis nach 10 Uhr nachts auf dem Versuchsplatz. Aber in der ganzen Versuchszeit fing nur jenes Modell, das faules Blut enthielt, regelmäßig Insekten (Aasinsekten, besonders Fliegen und Käfer), das geheizte und das ungeheizte köderlose Modell erzielte dagegen nur ab und zu einen belanglosen Fang, wie z. B. eine der kleinen Zikaden, welche auf dem Versuchsplatz in Menge herumhüpfen.¹⁾ Der regelmäßige Besuch des Modells, das den Duftköder enthielt, zeigte deutlich,

¹⁾ Bei einer Reihe von Versuchen habe ich in das köderlose Vergleichsmodell an der Stelle, wo sich in den *Arum*-Blütenständen die Keule befindet, ein kleines elektrisches Glühlämpchen (3,5 Volt, 0,3 Amp.) eingebaut (Tafel 10, Bild 4, rechtes Modell). Mit diesem Lämpchen konnte ich auch nach Eintritt der Dunkelheit die Spatha des Modells und dessen Umgebung beleuchten. Es war dadurch den *Arum*-Insekten — ich dachte dabei zunächst an die Besucher von *Arum*-Blütenständen mit heller Spatha, z. B. *A. maculatum* — Gelegenheit gegeben, sich auch während der Nacht optisch zu orientieren und so leichter den Weg zu dem knapp danebenstehenden Modell mit dem „Wärmeköder“ zu finden. Diese beiden Modelle standen, wie in dem Bild 4 der Tafel zu sehen ist, als Modellpaar vereinigt in einem Holzklötzchen zwischen dem spärlichen niederen Gras des Versuchsplatzes. Aber auch bei den Versuchen, bei

daß genügend Insekten Modells bätt zulezt erwähuter daß bei einem Bl *Arum*-Blütenständ Damit ersche Kraus ausrei Sinn, noch we der *Arum*-Blis suchen und f

B. Bemerkungen

Im Anschluß an die vorliegenden Untersuchungen studierte zunächst mich auch der I einerseits, weil d andererseits aber, grünlichweiße Sp *A. nigrum* bildet, einige andere Art

Die ausführliche mir untersuchten der vorliegenden I Kürze das Wesent werden. Dies ist sächlich darum I Züge der Blütenök das eben so ausfü gen, hervorzubehe

A. italicum u sieht so sehr mitei bei diesen beiden schiedenen Größen hier kurz als *italic* von dem *nigrum*-T; Anzahl und die A zeit des Aufblühen

Die Farbe de lichweiß, manchmal oder gefleckt. Die

welchen ich nachts die heizten, noch im ungeh natürlicher *Arum*-Blüte

daß genügend Insekten da waren, welche das warme Obdach des geheizten Modells hätten aufsuchen können, dies um so mehr, als die beiden zuletzt erwähnten Modelle nahe beisammen standen. Daraus ergibt sich, daß bei einem Blütenstande eine erhöhte Wärmeabgabe, welche jener der *Arum*-Blütenstände entspricht, nicht imstande ist, Insekten anzulocken. Damit erscheint mir auch die Theorie von Delpino und Kraus ausreichend widerlegt, und es hat nun keinen Sinn, noch weiter davon zu sprechen, daß die Besucher der *Arum*-Blütenstände in diesen „ein warmes Obdach suchen und finden“.

B. Bemerkungen über andere *Arum*-Arten.

Im Anschluß an meine Untersuchungen über *A. nigrum* habe ich mich auch der Blütenökologie anderer *Arum*-Arten zugewendet. Ich studierte zunächst das Verhalten der Blütenstände von *A. italicum* Mill., einerseits, weil diese Art teilweise gemeinsam mit *A. nigrum* vorkam, andererseits aber besonders deshalb, weil *A. italicum* durch seine helle, grünlichweiße Spatha einen optischen Gegensatz zur Spatha von *A. nigrum* bildet. Später habe ich auch noch *A. maculatum* L. und einige andere Arten untersucht.

Die ausführliche Darstellung über *A. italicum* und die anderen von mir untersuchten Arten der Gattung *Arum* will ich gesondert außerhalb der vorliegenden Reihe veröffentlichen. Trotzdem soll aber auch hier in Kürze das Wesentliche aus meinen Untersuchungsergebnissen mitgeteilt werden. Dies ist um so leichter möglich, als es sich jetzt hier hauptsächlich darum handelt, gemeinsame und voneinander abweichende Züge der Blütenökologie einzelner *Arum*-Arten im Anschluß an *A. nigrum*, das eben so ausführlich beschriebene Hauptobjekt meiner Untersuchungen, hervorzuheben.

A. italicum und *A. maculatum* stimmen in blütenökologischer Hinsicht so sehr miteinander überein, daß man sagen kann, es handle sich bei diesen beiden Arten darum, daß hier derselbe Typus in zwei verschiedenen Größen zur Ausbildung gelangt. Ich will deshalb beide Arten hier kurz als *italicum*-Typus zusammenfassen. Dieser unterscheidet sich von dem *nigrum*-Typus vor allem durch die Farbe der Spatha, durch die Anzahl und die Ausbildung der Hindernisorgane und durch die Tageszeit des Aufblühens.

Die Farbe des Spatha-Oberteiles ist bei dem *italicum*-Typus grünlichweiß, manchmal mehr oder weniger purpurn (oder bräunlich) gestreift oder gefleckt. Die Blütenstände des *italicum*-Typus fan-

welchen ich nachts die Modelle auf diese Weise beleuchtete, konnte ich weder im geheizten, noch im ungeheizten Modell jene Insekten fangen, die sonst in den Spathen natürlicher *Arum*-Blütenstände vorzukommen pflegen.

gen ihre Besucher mit den gleichen Mitteln und in gleicher Weise wie die von *A. nigrum*. Auch hier stürzen die vom Dufte herbeigeloekten Insekten ab, wenn sie sich auf die Gleitfläche der Helminnenseite begeben. Sie gleiten dann zwischen den ungangbaren Hindernisorganen hindurch und stürzen in den Kessel hinab, wo sie etwa 24 Stunden lang gefangen bleiben. Auch bei *A. maculatum* und *italicum* ist an der Helminnenseite eine papillöse Epidermis vorhanden, deren nach abwärts gerichtete glatte Papillen zahlreiche Öltröpfchen tragen. Im oberen Teile des Kessels ist ebenfalls eine solche papillöse Epidermis als Gleitfläche entwickelt, welche lückenlos die Gleitfläche der Helminnenseite mit der Gleitzone des Kesselgewölbes verbindet. Ihre Farbe ist deutlich purpurn, aber meistens blaß, nach abwärts in das reine Weiß der papillösen, ölfreien Zone übergehend. Auch bei *A. italicum* konnte ich durch Versuche mit meinen Glasmodellen feststellen, daß die Farbe der Spatha keine wesentliche Bedeutung für die Anlockung der als Bestäuber tätigen Insekten haben kann.

Die Hindernisorgane sind bei dem *italicum*-Typus weit zahlreicher als bei *A. nigrum*, schlanker von Gestalt, von blaßgelber Farbe und überdies dadurch von dieser Art verschieden, daß der Bauteil eines jeden solchen Organs zahlreiche buckelartige Vorwölbungen trägt. Trotzdem funktionieren diese Hindernisorgane gerade so wie bei *A. nigrum*. Sie tragen an ihrer ganzen Oberfläche eine Epidermis, welche mit den gleichen Hilfsmitteln ausgestattet ist wie bei der zuletzt genannten Art: Die Epidermis ist glatt, fugenlos und mit zahlreichen Öltröpfchen bedeckt, und in diesem Zustande ist es auch den am besten ausgerüsteten Insektenbeinen unmöglich, sich daran wirksam festzuhalten. Auch diese Hindernisorgane sind so kräftig gebaut, daß die Besucher der Blütenstände sie nicht irgendwie zu verbiegen vermögen. Es ist also auch für den *italicum*-Typus die Ansicht, daß es sich hier um eine Art Reuseneinrichtung handelt, als unrichtig zurückzuweisen.

Die Befreiung der Tiere aus der Gefangenschaft erfolgt auch hier dadurch, daß schließlich durch das Verwelken der Epidermis der Hindernisorgane die an diesen vorhandenen Gleitflächen sich in leicht gangbare Flächen umwandeln. Die gefangenen Insekten sind nun imstande, ihre Krallen in die weich gewordenen Gewebe einzuhaken und dadurch so weit an dem Spadix emporzuklettern, daß sie von dem ebenfalls gut gangbar gewordenen Keulenstiel abfliegen und so den Blütenstand verlassen können. Das Ausstreuen des Blütenstaubes geschieht auch hier gleichzeitig mit dem Gangbarwerden der Hindernisorgane, so daß dann die Tiere mit Pollen versehen ins Freie gelangen und so die Bestäubung vermitteln.

Auch bei der Anthese ergelockt. Der Kessel geraten gut auf den Insekten nicht stellen ober werden also a und nur die f

Besonder Duffes bei c dieser Art loel aus den Famil am 31. Mai 1 Kessel eines s Dipteren. Von *Culicoides aric* und 30 Exemp Weibchen. genannten Art wenn man an stanzen entwief die in der Haut währten bluts:

So werde Insekten von gelockt. Doch welche deutlic weise gleiche f

Die Blüte kaus, haben si

¹⁾ Dafür sp ganz ungläubliche Arten von Zweiflü sein können, in de Knuth, Handbue

²⁾ Die Besti Kieffer (Blüthe, derlein (Berlin), auch Kieffer, OI (Archives des Ins bis 392.

Abhandl. d. Zool.-ho

Auch bei dem *italicum*-Typus werden die Insekten am ersten Tage der Anthese durch den Duft der Keule zum Blütenstand gelenkt. Daß hier hauptsächlich die winzigen *Psychoda*-Arten in den Kessel geraten, hängt damit zusammen, daß einerseits gerade diese Tiere gut auf den Duftstoff der Keule reagieren¹⁾ und andererseits größere Insekten nicht imstande sind, beim Absturz zwischen den dicht gestellten oberen Hindernisorganen hindurchzugleiten. Die Insekten werden also auch hier (wie bei *A. nigrum*) nach ihrer Größe sortiert und nur die kleinsten zur Bestäubung verwendet.

Besonders auffallend fand ich die Wirkung der Qualität des Duftes bei den Blütenständen von *A. conophalloides* Kotschy. Bei dieser Art lockt der Duft der Keule nur blutsaugende Insekten aus den Familien der *Ceratopogoninae* und der *Simuliinae* an. Ich fand am 31. Mai 1922, 8 Uhr abends, im Wiener botanischen Garten im Kessel eines solchen Blütenstandes (Abend des ersten Tages) rund 600 Dipteren. Von diesen wurden 461 Stück bestimmt: 427 Exemplare von *Culicoides aricola* Kieffer, 4 Exemplare von *C. bromophilus* Kieffer und 30 Exemplare von *Odagmia ornata* Meig.²⁾ Alle diese Tiere waren Weibchen, was damit zusammenhängt, daß nur die Weibchen der genannten Arten Blut zu saugen pflegen. Man wird nicht fehlgehen, wenn man annimmt, daß die Keule dieser *Arium*-Art flüchtige Substanzen entwickelt, welche mit jenen identisch (oder nahe verwandt) sind, die in der Hautausdünstung bestimmter Säugetiere die Anlockung der erwähnten blutsaugenden Insekten bewirken.

So werden durch den Duft der Keule verschiedener *Arium*-Arten Insekten von oft ganz verschiedener Lebensweise als Bestäuber angelockt. Doch hat eine und dieselbe *Arium*-Art nur solche Besucher, welche deutlich erkennen lassen, daß sie als Imagines wenigstens teilweise gleiche Lebensgewohnheiten besitzen.

C. Zusammenfassung.

Die Blütenstände von *A. nigrum*, einer Pflanze des mittleren Balkans, haben sich als sehr geeignet erwiesen, die in den blütenökologi-

¹⁾ Dafür spricht der Umstand, daß in den Blütenständen dieser *Arium*-Arten oft ganz unglaubliche Mengen von *Psychoda phalaenooides* gefunden werden, während andere Arten von Zweiflüglern ähnlicher Lebensweise, die an Standorte nicht weniger häufig sein können, in denselben Kessel nur spärlich vorhanden sind. (Vgl. die Angaben bei Knuth, Handbuch II, 2, S. 417 ff.)

²⁾ Die Bestimmung der *Culicoides*-Arten verdanke ich Herrn Prof. Dr. J. J. Kieffer (Bâche, Lothringen), die der *Odagmia*-Art Herrn Privatdozenten Dr. G. Enderlein (Berlin). Über die von mir als Besucher festgestellten *Culicoides*-Arten vgl. auch Kieffer, Observations biologiques sur les Chironomides piqueurs (Archives des Instituts Pasteur de l'Afrique du Nord, t. II, f. III, 1922), S. 390 bis 392.

sehen Arbeiten vorhandenen Irrtümer über die Bestäubungseinrichtungen der *Arum*-Blütenstände richtigzustellen. Nach meinen Untersuchungen sind nun diese Blütenstände als Gleitfallenblumen zu be-

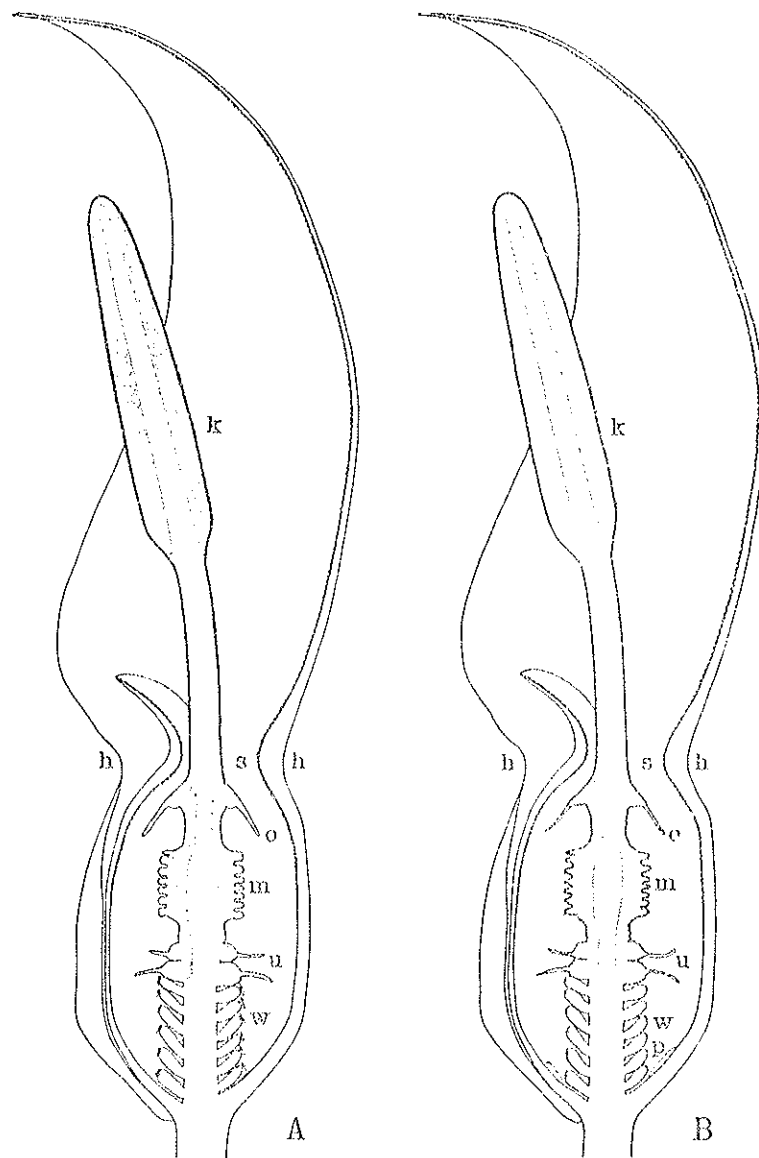


Fig. 79. Schematische Darstellung der Beschaffenheit der Blütenstände von *Arum nigrum* am 1. Tag (A) und am 2. Tag (B) der Anthese.

Spatha längs durchschnitten. Die Papillen der Epidermis sind schematisch angedeutet. Der Stärkegehalt ist durch Punktierung der betreffenden Schnittfläche kenntlich gemacht. *h* Spatha-Hals, als Grenze zwischen Spatha-Oberteil (Helm) und Unterteil (Kessel), *w* weibliche, *m* männliche Blüten, *u* unteres, *o* oberes Hindernis, *s* Sturzspalte, *k* Keule mit Stiel, *p* der am Grunde des Kessels (am 2. Tag) angekommene Pollen.

trachten: Die Spatha niederfreiliegenden die Blüten en-

Die aus- wie bei dem e abgegrenzten (Helm), aus e schmälerten H miteinander v eingerollt. Er lockern sich il auseinander n weit offenem (die aber schlie Der Spatha-Ob dessen Blatträ seitlich ringsu nach dem A nun das steril Fig. 79) des F gen e h m i sonders Flieger sich meist pausen dem in der Nähe d lassen, dann w und erst dann Fluges daher u. lich knapp a sekten gelangt Blüten, da sel niederließen, n beim Niedersetz der Helminnenf dabei in der ten Insekten flü Da die Blütenst obgleich sie gä sich daraus, d Insekten, welch vollkommen au Spatha hat di

angeseinrichtun-
n Untersuchun-
ummen zu bes-



B

ge von *Arum nigrum*

der Stärkegehalt ist durch
zwischen Spatha-Oberteil
Hinternis, s Sturzforte,
die Pollen.

trachten: Die aus der Ferne angelockten Insekten setzen sich auf die Spatha nieder und gelangen dadurch zu den Blüten, daß sie auf dem freiliegenden Teile der Spatha-Innenfläche ausgleiten und in den die Blüten enthaltenden „Kessel“ hinabstürzen.

Die ausgewachsene Spatha (Hüllblatt) des Blütenstandes besteht wie bei dem einheimischen *A. maculatum* aus drei deutlich voneinander abgegrenzten Teilen (Fig. 79): aus einem schwarzpurpurnen Oberteil (Helm), aus einem grünen Unterteil (Kessel) und aus einem verschmälerten Halsteil (*h* der Fig. 79), welcher diese beiden Abschnitte miteinander verbindet. Die Spatha ist während des Knospenzustandes eingerollt. Erst am Abend vor dem „Aufblühen“ des Blütenstandes lockern sich ihre Ränder. Diese treten während der Nacht immer mehr auseinander und am folgenden Morgen zeigt sich uns die Spatha mit weit offenem Oberteil, der zunächst eine kahnförmige Gestalt annimmt, die aber schließlich in eine mehr oder weniger breite Helmform übergeht. Der Spatha-Unterteil nimmt in dieser Zeit an Dicke zu, doch weichen dessen Blattränder nicht auseinander, so daß er bis zum Verblühen eine seitlich ringsum geschlossene Röhre (Kessel) bildet. Am ersten Tage nach dem Auseinanderweichen der oberen Spatha-Ränder sendet nun das sterile, keulenförmige Anhängsel (Appendix, Keule, *k* der Fig. 79) des Blütenkolbens (Spadix) einen kräftigen, uns unangenehmen Duft aus, welcher zahlreiche kottliebende Insekten, besonders Fliegen und Käfer, anzulocken vermag. Die Fliegen nähern sich meistens allmählich mit verschiedenen Ruhepausen dem Blütenstande, indem sie sich gewöhnlich zunächst in der Nähe des Blütenstandes auf irgendeinem Gegenstande niederlassen, dann wieder auffliegen, sich dem Blütenstande noch mehr nähern und erst dann sich auf die Spatha setzen. Die Käfer kommen raschen Fluges daher und lassen sich bei der Annäherung an die Spatha gewöhnlich knapp am Ziele zu Boden fallen. Von den angelockten Insekten gelangt aber nur ein Teil in den Kessel und damit zu den Blüten, da selbst von jenen Insekten, welche sich auf der Spatha niederließen, nur die in den Kessel geraten, welche zufällig schon beim Niedersetzen (Auffallen) oder erst nach einigen Gehbewegungen auf der Helminnenfläche oder auf der Keulenepidermis ausgleiten und dabei in den Kessel hinabstürzen. Die meisten der angelockten Insekten fliegen wieder fort, ohne den Blütenstand besucht zu haben. Da die Blütenstände an natürlichen Standorte sehr reichlich fruchteten, obgleich sie gänzlich auf Fremdbestäubung angewiesen sind, so ergibt sich daraus, daß jener verhältnismäßig geringe Teil der angelockten Insekten, welcher schließlich zu den Blüten gelangt, für die Bestäubung vollkommen ausreicht. Am zweiten Tage nach dem Aufrollen der Spatha hat die Aussendung des anlockenden Duftes auf-

gehört und damit auch die Anlockung von Insekten. Das Aussehen der Spatha hat sich aber indessen noch nicht verändert, nur die Keule hat ihre Farbe gewechselt und ihr Stiel ist teilweise glatter geworden.

Wenn eines der angelockten Insekten auf der Innenfläche des Helmes ausgeleitet, so stürzt es sogleich trotz heftigen Widerstrebens in den Kessel hinab, wo es wenigstens bis zum Morgen des zweiten Tages gefangen bleibt. Nie begibt es sich „freiwillig“ in den Kessel hinein. Der Absturz des Tieres kommt dadurch zustande, daß der größte Teil der Helm- und Halsinnenfläche eine sehr gut funktionierende Gleitfläche darstellt, welche weder den Krallen noch den Haftscheiben (Haftlappen, Pulvilli) der Insektenbeine einen Halt gewährt. Die Wirkung der Krallen wird dadurch ausgeschaltet, daß die Epidermiszellen lückenlos und ohne ausreichend tiefe Fugen aneinander stoßen. Überdies sind die Außenwände der Epidermiszellen sehr elastisch und so fest, daß ein gewaltsames Einhaken der Krallen unter Verletzung der Zellwand ausgeschlossen ist. Gleichzeitig werden die Haftscheiben durch zahlreiche Öltröpfchen, welche die Epidermisoberfläche bedecken, unwirksam gemacht. Die Abstürze erfolgen fast immer von der Innenfläche des Helmes und nur sehr selten von der schwer gangbaren Oberfläche der Keule, so daß jene Auffassung, welche die Keule samt ihrem Stiel als „Anflugstelle“ und als „Leitstange“ für das Abwärtskriechen der Insekten auffaßt, durch meine Beobachtungen widerlegt wird.

Die eben erwähnte Gleitfläche überzieht lückenlos das Innere des Helmes und des Halses der Spatha, und sie setzt sich auch noch in den Kessel hinein fort, wo sie den oberen Teil (Gewölbe) des Hohlraumes bedeckt. Alle Epidermiszellen der Gleitfläche sind stark papillös, mit einer abwärts (gegen die Kesselbasis) gerichteten Spitze versehen und mit einem satt purpurnen Zellsaft ausgestattet. In den beiden schematischen Figuren 79 A und B ist diese papillöse Epidermis besonders gekennzeichnet.

Wenn nun eines der angelockten Insekten in den Kessel hinabgestürzt ist, so kann es, auch wenn es sehr gut ausgebildete Haft-einrichtungen besitzt, an der Kesselwand nicht weiter als bis zum Beginne der papillösen Epidermis emporsteigen. Für Tiere, welche der Haftlappen entbehren, ist aber auch der untere weiße Teil der Kesselinnenfläche ungangbar, da er den allein vorhandenen Krallen keinen Halt bietet. Der früher gebrauchte Ausdruck „Gleitfläche“ bezieht sich also auf jenen Teil der Spatha-Innenfläche (= morphologische Oberseite), der für alle angelockten Insekten ungangbar ist. Für schlecht ausgestattete Tiere, wie z. B. für die Dungkäfer (*Aphodius*-Arten), erweisen sich auch noch andere Teile der Spatha-Oberfläche als ungangbar. Die

Gleitfläche der Kesselwand ist erstigbar.

Auch an den Kessel durch wir an eigenen der Anthese das verwehren. Man liehe Blütenteile oder „Reusen“ unten (Kesslein andrängenden In man an, daß die (außen) biegen ratenen Insekten meinte man, daß worauf es den J anderzubiegen, d Nicht immer ist, ausgedrückt, aber ob manche Aufgebende Auseina so weit wie mö *Arum*-Blütenstän „Reusenorga überhaupt in sie zwischen den wand) hindurchf bleiben darin zu oberen Borsten l können, dann flie also ein Auss Da nun diese Org her meinte — an fangenen Ins dernisorgane zu vermeiden.

Bevor ich v kurz den Aufb; unterst stehen an folgt das unter ches vorwiegend (Hindernisorgane (m), und über di obere Hinder

Gleiffläche der Spatha bleibt einige Tage lang unverändert und unersteigbar.

Auch an dem Abschnitte des Blütenkolbens (Spadix), welcher den Kessel durchzieht, sind Gleifflächen ausgebildet. Diese finden wir an eigenen Organen, welche den gefangenen Tieren am ersten Tage der Anthese das Emporsteigen und damit das Verlassen des Gefängnisses verwehren. Man bezeichnete diese Organe, die man als umgewandelte männliche Blütheile auffassen muß, bisher meist als „Reusenorgane“ oder „Reusenborsten“. Man nahm an, daß sich diese Organe nach unten (kessleinwärts) biegen lassen und auf diese Weise den dagegen andrängenden Insekten den Weg in den Kessel freigeben. Weiter nahm man an, daß diese Organe am Anfange der Anthese sich nicht nach oben (außen) biegen lassen, so daß zunächst den in die Gefangenschaft geratenen Insekten durch sie der Ausgang versperrt wird. Schließlich meinte man, daß nach einiger Zeit diese „Reusenborsten“ schlaff werden, worauf es den Insekten möglich ist, die Borsten seitlich so weit auseinanderzubiegen, daß sie zwischen ihnen den Weg ins Freie finden können. Nicht immer ist dies in den blütenökologischen Darstellungen so klar ausgedrückt, aber wohl immer so gemeint. Ja, es scheint mir sogar, als ob manche Autoren aus einem Gefühl der Unsicherheit heraus die eingehende Auseinandersetzung über die Funktion der „Reuseneinrichtung“ so weit wie möglich vermeiden wollten. In Wirklichkeit ist bei den *Arum*-Blütenständen folgendes der Fall: Ein Verbiegen der „Reusenorgane“ findet niemals statt, da die Tiere hierzu überhaupt nicht imstande sind. Sind die Insekten so klein, daß sie zwischen den „Reusenborsten“ (oder zwischen diesen und der Kesselwand) hindurchfallen können, so stürzen sie in den Kessel hinab und bleiben darin zunächst gefangen. Sind sie aber so groß, daß sie auf den oberen Borsten liegen bleiben müssen, weil sie nicht mehr weiter fallen können, dann fliegen die Tiere wieder empor und entweichen. Es findet also ein Ausschließen der Insekten nach der Größe statt. Da nun diese Organe — wenn auch in ganz anderer Weise, als man bisher meinte — am ersten Tage der Anthese das Entweichen der gefangenen Insekten verhindern, habe ich sie einfach als Hindernisorgane bezeichnet, um so den irreführenden Ausdruck „Reuse“ zu vermeiden.

Bevor ich weiter auf diese Hindernisorgane eingehe, will ich noch kurz den Aufbau des Blütenkolbens (Spadix) beschreiben. Zuerst stehen an ihm die weiblichen Blüten (*w* der Fig. 79), dann folgt das untere Hindernis (untere sterile Blüten, *u* der Fig.), welches vorwiegend aus gedrückten, in eine Borste verlängerten Organen (Hindernisorganen) besteht. Darüber stehen die männlichen Blüten (*m*), und über diesen, knapp unter der engsten Stelle des Halses, das obere Hindernis (*o*), dessen Teile ähnlich gebaut sind wie die des

unteren Hindernisses. Beide Hindernisse sind von einer zusammenhängenden Gleitfläche bedeckt. Auch hier wird durch die Gestalt der Epidermiszellen und durch die auf ihnen befindlichen Öltröpfchen zunächst ein wirksames Einsetzen der Insektenbeine verhindert. Dieser ungangbare Zustand der Hindernisse hält während des ganzen ersten Tages an und erst während der Nacht, welche dem ersten Tage der Anthese folgt, werden sie allmählich für die Insekten gangbar. Dies geschieht zunächst durch das Verwelken der Epidermiszellen, so daß nun die gefangenen Insekten die Möglichkeit finden, ihre Krallen in das erweichte Gewebe einzuhaken und so an den Hindernisorganen emporzusteigen. Mittlerweile ist auch die Epidermis des Keulenstiemes, der sich unmittelbar an das obere Hindernis anschließt, dadurch leicht gangbar geworden, daß seine Epidermiszellen zugrunde gegangen sind. Der Aufstieg über die Blüten und Hindernisse bietet nun den gefangenen Insekten am Morgen des zweiten Tages der Anthese die einzige Möglichkeit, wieder ins Freie zu gelangen.

Während diese Veränderungen an den Hindernissen vor sich gehen, verändern auch die Blüten ihren anfänglichen Zustand. Die weiblichen Blüten tragen zunächst ein Büschel feuchter Narbenhaare, welche den von den Insekten mitgebrachten Pollen in Empfang nehmen. Der Pollen keimt sogleich aus und die Pollenschläuche dringen in den Kanal des Fruchtknotens ein. Dann vertrocknen nach und nach die Narbenhaare, so daß in der darauffolgenden Nacht der austretende eigene Blütenstaub von der Keimung auf diesen Fruchtknoten ausgeschlossen ist. Während der Nacht wird nun allmählich immer neuer Blütenstaub aus den Staubbeuteln frei, und da die einzelnen Körner nur lose aneinander haften, fallen sie in verhältnismäßig kleinen Gruppen von den Antheren ab und sammeln sich in dichten zusammenhängenden Massen am Grunde des Kessels an. Dabei werden die auf dem Kesselboden und auf den weiblichen Blüten sitzenden Insekten über und über mit Pollen bedeckt. Wenn nun diese Insekten am nächsten Morgen auf dem beschriebenen Wege den Blütenstand wieder verlassen, dann nehmen sie, vom Keulenschaft abfliegend, reichlich Blütenstaub mit. Ein Teil dieser Insekten kommt hernach, angelockt vom Duft anderer eben geöffneter Blütenstände, wieder zu weiblichen Blüten und besorgt dort die Bestäubung.

In der folgenden Tabelle sollen nun die wesentlichen Eigenschaften der beiden Entwicklungszustände, wie sie uns am ersten und am zweiten Tage der Anthese entgegentreten, einander in anschaulicher Weise gegenübergestellt werden. Gleichzeitig soll diese Tabelle auch das Verständnis der beiden Schemata in Fig. 79 erleichtern.

Blüten- ökologisch wichtige Teile des Blüten- standes	Ke
Bezeich- nung (Buch- staben) in Fig. 79	l
Erster Zu- stand (1. Tag) Weiblich	stink Epidi- u vers. schl gang stän hab Speic gew dicht, Stä gefi
Zweiter Zustand (2. Tag) Männlich	nie mehr kend. dermi Keul- bas mehr, weni ve schru stärke Speic gewe fas stärke teilw hess gang

Hiezu sei i
der Gattung hi
stände der Blüt

Blüten-ökologisch wichtige Teile des Blütenstandes	Keule	Keulenstiel	Oberes und unteres Hindernis	Weibliche Blüten	Männliche Blüten	Gleichfläche der Kesselinseite
Bezeichnung (Buchstaben) in Fig. 79	<i>k</i>	.	<i>a</i> <i>u</i>	<i>w</i>	<i>m</i>	.
Erster Zustand (1. Tag) Weiblich	stinkend, Epidermis un- versehrt, schlecht gangbar , stärkehaltig. Speichergewebe dicht mit Stärke gefüllt	Epidermis un- versehrt, schlecht gangbar , stärkehaltig	Epidermis un- versehrt, mit Öltröpfchen bedeckt, un-gangbar , stärke- reich wie das darunter- liegende Speichergewebe	Narben- haare frisch, feucht, auf der Kuppe des Frucht- knotens sternfö- rmig aus- gebreitet; Über- nahme des fremden Pollens	Staub- beutel ge- schlossen, sich über Nacht öffnend	un- gangbar
Zweiter Zustand (2. Tag) Männlich	nicht mehr stin- kend, Epi- dermis der Keulen- basis mehr oder weniger ver- schrumpft, stärkefrei. Speicher- gewebe fast stärkefrei, teilweise besser gangbar	Epidermis ver- schrumpft, gut gangbar , stärke- frei	Epidermis ver- schrumpft, stärkefrei, gut gangbar , das darunter- liegende Speichergewebe allmählich schrump- fend, fast stärke- frei	Narben- haare vertrock- net; fremder Pollen bereits gekeimt, Schläuche innerhalb des Frucht- knotens vordrin- gend	Staub- beutel offen, Pollen aus- gestreut, größten- teils am Grunde des Kessels liegend	un- gangbar

Hierzu sei noch erwähnt, daß sich *A. maculatum* und andere Arten der Gattung hinsichtlich der Veränderungen während der beiden Zustände der Blüten und Hindernisse im wesentlichen ebenso verhalten

wie *A. nigrum*. Doch kommen zeitliche Abweichungen von diesem Typus vor. So beginnt bei *A. maculatum* der erste Zustand der Anthese nicht wie bei *A. nigrum* am Morgen, sondern am Nachmittag, wodurch sich auch die Veränderungen des zweiten Zustandes zeitlich verschieben.

Um verschiedene Einzelheiten des Bestäubungsvorganges leichter untersuchen zu können, habe ich mir zerlegbare Nachbildungen (Modelle) der Blütenstände ausgedacht und sie aus Glas herstellen lassen. In ein solches Modell wurde beim Versuch meistens eine natürliche Keule als Duftkörper eingefügt. Gleitflächen, die in ihrer Lage vollständig den natürlichen entsprechen, sorgten dafür, daß die vom Duft angelockten Insekten in ausreichender Menge von den Modellen gefangen wurden. Aus dem Fangerfolg solcher Modelle ließ sich zunächst zeigen, daß meine Auffassung von den mechanischen Grundlagen des Insektenfanges vollkommen richtig waren. Durch zahlreiche weitere Versuche, die ich zu meist am natürlichen Standorte von *A. nigrum* ausführte, konnte ich mit Hilfe solcher Modelle vor allem folgende wichtige Tatsachen feststellen:

1. Die Anlockung der Insekten, welche die Bestäubung durchführen, geschieht nur durch den Duft der Keule (chemische Fernwirkung).

2. Die dunkle Farbe der Spatha und auch die Farbe der Keule von *Arum nigrum* sind an der Fernwirkung des Blütenstandes auf die Besucher nicht beteiligt.

3. Demnach ist es für den Fangerfolg eines keulenhaltigen Glasmodells ganz gleichgültig, ob es die dunkle Färbung des natürlichen Blütenstandes besitzt oder ob es in allen seinen Teilen rein weiß ist.

4. Die optische Beschaffenheit der Spatha kann nur insoweit ökologisch in Betracht kommen, als sehr helle und sehr dunkle Spathen sich optisch besser von der Umgebung abheben und dadurch die vom Duft angelockten Insekten eher dazu veranlassen, sich auf der Spatha niederzusetzen und allenfalls gefangen zu werden.

5. Die Blütenstände sind nicht instande, mit Hilfe der erhöhten Wärmeausstrahlung der Keule, die sich am ersten Tage der Anthese auffallend bemerkbar macht, Insekten anzulocken. Die Auffassung, daß Insekten in *Arum*-Blütenständen ein warmes, schützendes Obdach suchen und finden, konnte ich mit Hilfe der Beobachtung und des Experiments als irrig zurückweisen.

Bei dieser Gelegenheit muß ich schließlich noch besonders hervorheben, daß wir in den Besuchern der Blütenstände von *A. nigrum* Insekten kennengelernt haben, bei welchen im Gegensatz zu *Bombylius* und *Macroglossum* die Fernorientierung beim Blütenbesuche nur auf Grund von chemischen Reizen (chemische Fernwirkung der Blumen, Duft) und nicht optisch erfolgt.

Bild 1. Blühende
Arum nigrum
Rückerle
" 2. Zwei *Arum*
Holzkkl
einer
und e
Fertig
S. 44
" 3. Ein voll
" 4. Zwei *Arum*
anloel
des S
Heizs
Gühd
" 5. Stück d
dalm:
große
wach
ein (G
Glas
such
den
" 6. Das Me
der
man
stink
befin
dazw
auch

Tafel-Erklärung.

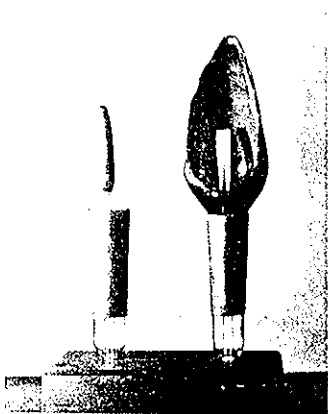
Tafel 10.

Arum nigrum Schott und *Arum*-Modelle.

- Bild 1. Blühende Pflanze von *Arum nigrum*. Waldboden (Waldrand) mit *Pteridium aquilinum* (L.) Kuhn und *Clematis flammula* L. auf dem Vermaä-Rücken bei Cattaro (Süddalmatien). (Zu S. 389.)
- „ 2. Zwei *Arum*-Modelle (Modellpaar) in aufrechter Stellung in einen dunklen Holzklotz eingefügt. Das linke Modell ist mit einer hellen Spatha und einer *Arum*-Keule ausgestattet, das rechte mit einer dunklen Spatha und einem feuchten, weißen Filterpapierstreifen (an Stelle der Keule). Fertige Ausrüstung für einen Versuch. (Vgl. S. 439 ff. und Fig. 76, S. 440.)
- „ 3. Ein vollständiges *Arum*-Modell, von der Seite gesehen.
- „ 4. Zwei *Arum*-Modelle, für einen Versuch zum Nachweis der Wärmeanlockung vorbereitet. Das links stehende Modell enthält innerhalb des Spatha-Oberteils an Stelle der Keule eine elektrisch betriebene Heizspirale, das rechts befindliche an der gleichen Stelle ein elektrisches Glühlämpchen. (Zu S. 470 f.)
- „ 5. Stück des Bodens einer großen Doline bei Ledenice (Krivošije, Süddalmatien), mein Hauptversuchsplatz. Im Hintergrunde sind einige große, freiliegende Kalksteinblöcke sichtbar, davor ein schräg gewachsener Stamm eines Ölbaumes. In der Mitte des Bildes sieht man ein (dunkles) *Crataegus*-Gebüsch, unmittelbar vor ihm ein Paar von Glasmodellen, im Vordergrund rechts ein weiteres Modellpaar (Versuch vom 23. Mai). — Beide Modellpaare wurden von mir im vorliegenden Bilde mit Tuschelinien deutlicher hervorgehoben. (Zu S. 458.)
- „ 6. Das Modellpaar aus dem rechten Vordergrund des vorigen Bildes, in der Nähe gesehen. In dem linken (hellen) Spatha-Oberteil sieht man einen weißen Filterpapierstreifen, im rechten (dunklen) eine stinkende Keule von *Arum nigrum*. In der Umgebung der Modelle befinden sich hauptsächlich beblätterte Zweige von *Salvia officinalis* L., dazwischen einige Laubtriebe von *Aristolochia pallida* Willd. und auch Blätter von *Arum nigrum*.



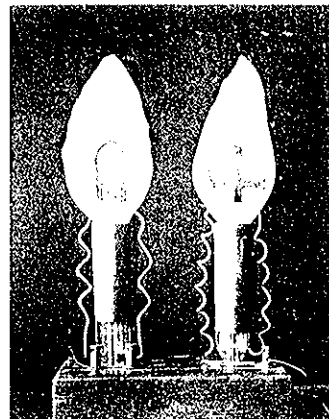
1



2



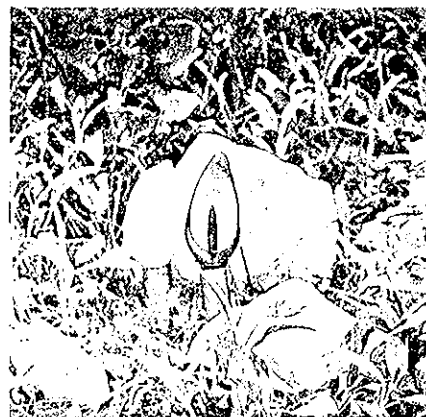
3



4



5



6