

## Inhaltsverzeichnis.

	Seite
Verzeichnis der anwesenden Mitglieder und Gäste . . . . .	3
Kurze Übersicht über den Verlauf der Versammlung . . . . .	4
Eröffnung der Versammlung und Begrüßungen . . . . .	5
Geschäftsbericht des Schriftführers und Wahl der Rechnungsrevisoren . .	13
Referat des Herr Prof. Meisenheimer: Äußere Geschlechtsmerkmale und Gesamtorganismus in ihren gegenseitigen Beziehungen . . . . .	18
Vortrag des Herrn Dr. Thienemann: Die Salzwassertierwelt Westfalens	56
Vortrag des Herrn Prof. Spengel: Über die Organisation und Systematik der Gattung <i>Sipunculus</i> . . . . .	68
Diskussion: Herr Dr. Thienemann . . . . .	78
Demonstration des Herrn Dr. Hartmeyer: Über eine mehr als 2 m lange <i>Ascidie</i> (nur Titel) . . . . .	78
Demonstration des Herrn Dr. Krüger: Eine elektive Färbung der Binde- substanzen . . . . .	78
Wahl des nächsten Versammlungsortes . . . . .	79
Provisorische Vorstandswahl . . . . .	79
Beratung über die Anträge des Vorstandes auf Abänderung der Statuten .	79
Bericht des Herausgebers des „Tierreich“, Herrn Prof. F. E. Schulze .	82
Vortrag des Herrn Prof. Escherich: Die gegenwärtige Lage der an- gewandten Entomologie in Deutschland und Vorschläge zu ihrer Verbesserung . . . . .	83
Diskussion: Herr Prof. Heymons, Schwangart, Alfken, Escherich und Brauer . . . . .	101
Vortrag des Herrn Prof. van Bemmelen: Die Puppenzeichnung bei <i>Rhopa- loceren</i> in ihren Beziehungen zu derjenigen der Raupen und Ima- gines . . . . .	106
Diskussion: Herr Prof. Heincke . . . . .	117
Vortrag des Herrn Dr. Voss: Vergleichende Untersuchungen über die Flugwerkzeuge der Insekten . . . . .	118
Demonstration des Herrn Prof. Wilhelmi: Instrumentarium zur Entnahme biologischer Wasserproben, Planktonpumpen usw. (nur Titel) . . .	143
Vortrag des Herrn Prof. Lohmann: Über <i>Coccolithophoriden</i> . . . . .	143
Vortrag des Herrn Dr. Schulze: Über Chitinstrukturen . . . . .	165
Vortrag des Herrn Prof. Hüpke: Die Fischpässe am Weserwehr bei Bremen und Aufstieg der Aalbrut . . . . .	195
Bericht der Rechnungsrevisoren . . . . .	197
Beratung über die Anträge des Deutschen Ausschusses für den mathema- tischen und naturwissenschaftlichen Unterricht . . . . .	197

	Seite
Beratung über den Antrag des Vorstandes der Gesellschaft Deutscher Naturforscher und Ärzte . . . . .	198
Abstimmung über die Anträge auf Abänderung der Statuten . . . . .	199
Vortrag des Herrn Dr. Erhard: Der Flug der Tiere . . . . .	201
Diskussion: Herr Dr. Hase, Voss und Erhard . . . . .	225
Vortrag des Herrn Prof. Bresslau: Über das spezifische Gewicht des Protoplasmas und die Wimperkraft der <i>Turbellarien</i> und <i>Infusorien</i> . . . . .	226
Diskussion: Herr Dr. Strodtmann und Thienemann . . . . .	232
Vortrag des Herrn Dr. Martini: Über die systematische Stellung der <i>Nematoden</i> . . . . .	233
Vortrag des Herrn Prof. G. Entz jun.: Cytologische Beobachtungen an <i>Polytoma</i> . . . . .	249
Demonstration des Herrn Dr. Prell: <i>Proturen</i> . . . . .	253
Schluß der Versammlung . . . . .	257
Statuten der Gesellschaft . . . . .	258
Mitgliederverzeichnis . . . . .	262

---

braune bis schwarze Färbung angenommen haben. Eine Nachfärbung mit Eosin läßt Plasma, Muskulatur usw. stärker kontrastieren.

Die ältesten Präparate sind ein halbes Jahr alt, ohne sich verändert zu haben. Genaueres folgt an anderer Stelle.

---

### Dritte Sitzung.

Mittwoch, den 14. Mai 9—12<sup>1</sup>/<sub>2</sub> Uhr.

Erster Gegenstand war die Wahl des nächsten Versammlungsortes. Es lagen Einladungen des Herrn Prof. Dr. DOFLEIN für Freiburg und der Internationalen Ausstellung für Buchgewerbe und Graphik und des Rates der Stadt Leipzig für Leipzig vor. Es wurde Freiburg einstimmig gewählt.

---

Darauf verkündete der Vorsitzende, daß der Vorstand für die nächste Vorstandswahl Herrn Prof. HEIDER als ersten, die Herren Prof. KORSCHULT, Prof. BRAUN und Prof. KÜKENTHAL als stellvertretende Vorsitzende und Herrn Prof. BRAUER als Schriftführer empfehle.

---

Es folgte alsdann die Beratung der Anträge des Vorstandes auf Abänderung der Statuten. Diese sind folgende:

1. Der § 5 erhält folgende Fassung:

#### § 5.

„Jedes Mitglied zahlt zu Anfang des Geschäftsjahres, welches mit dem 1. Januar beginnt und mit dem 31. Dezember endet, einen Jahresbeitrag von 15 bzw. 10 M. (s. § 12, Abs. 3) an die Kasse der Gesellschaft.

Die Jahresbeiträge können durch eine einmalige Bezahlung von einhundertfünfzig Mark abgelöst werden.

Wer im Laufe eines Geschäftsjahres eintritt, zahlt den vollen Jahresbeitrag.

Mitglieder, welche der Gesellschaft mindestens 10 Jahre angehört und während dieser Zeit jährlich einen Beitrag von 15 Mark entrichtet haben, können für die Zukunft ihre Beiträge durch eine einmalige Zahlung von einhundert Mark ablösen.“

2. § 12, Absatz 3 erhält folgende Fassung:

„Über jede Versammlung wird ein Bericht veröffentlicht. Von diesem erhält jedes Mitglied, welches einen Jahresbeitrag von 15 Mark entrichtet oder gemäß § 5 Abs. 2 und 4 die Jahresbeiträge durch eine einmalige Zahlung abgelöst hat, ein Exemplar unentgeltlich.“

Die Anträge werden vom Schriftführer in folgender Weise begründet:

Die vorgeschlagenen Änderungen betreffen folgende beiden Punkte:

1. Das Geschäftsjahr beginnt nicht mehr am 1. April und endet am 31. März, sondern beginnt am 1. Januar und endet am 31. Dezember.

2. Die Jahresbeiträge werden um 5 Mark, die Summe zur Ablösung der Beiträge um 50 Mark erhöht.

Punkt 1. Da der Wechsel des Vorstandes am 1. Januar erfolgt, so fällt er nicht mit dem Abschluß des Geschäftsjahres zusammen. Eine Änderung in dem Sinne, daß beide zusammenfallen, ist empfehlenswert, 1. weil sonst beim Wechsel des Schriftführers der neue Schriftführer auch über das letzte Viertel des Geschäftsjahres, für das der Vorgänger ganz verantwortlich sein sollte, Rechnung ablegen muß, und 2. weil dadurch mehr Aussicht gegeben ist, daß die Beiträge der Mitglieder frühzeitiger eingesandt werden, und die Gesellschaft instande ist, die großen Rechnungen für den Druck der Verhandlungen, die gewöhnlich im August eingehen, rechtzeitig zu bezahlen.

Punkt 2. Die Erhöhung der Beiträge ist durch die ungünstige finanzielle Lage der Gesellschaft notwendig geworden. In den letzten „Verhandlungen“ ist sie auf S. 211 ff. dargelegt. Es sei nur hervorgehoben, daß die Einnahmen die Ausgaben nicht mehr decken. Sieht man von dem Kassenvorrat ab, der nur dadurch entstanden ist, daß im Jahre des letzten Internat. Zoologen-Kongresses keine Verhandlungen gedruckt wurden, und der durch das ständige Defizit in wenigen Jahren wieder aufgebraucht sein wird, und rechnet man weiter die 100- und 50-Mark-Beiträge (= 750 M.), die zur Ablösung der Beiträge bezahlt sind, nicht mit, weil sie eigentlich dem Kapital überwiesen, nicht aber für die jährlichen Ausgaben verwandt werden sollten, und die im voraus für 1912/13 bezahlten Beiträge (= 150 M.) nicht mit, so haben die Einnahmen im letzten Jahre 1911/12 betragen:

Mitgliederbeiträge . . . . .	1395,—
Zinsen . . . . .	416,14
Gewinn aus dem Verkauf der Verhandlungen .	526,10
	<hr/>
	2337,24

Die Ausgaben haben dagegen betragen 3425,54 M., d. h. sie haben die Einnahmen um 1088,30 M. überschritten.

Im letzten Jahre betragen die Einnahmen nach Abzug der oben bezeichneten Beiträge:

Mitgliederbeiträge . . . . .	1605,—
Zinsen . . . . .	450,92
Gewinn aus dem Verkauf der Verhandlungen .	723,80
	<hr/>
	2779,72

Die Ausgaben haben dagegen 3838,82 M. betragen, d. h. sie haben die Einnahmen um 1059,10 M. überschritten.

Im August waren die Einnahmen aus den Mitgliederbeiträgen und aus dem Kassenvorrat noch nicht ausreichend, um die Rechnungen für den Druck der Verhandlungen bezahlen zu können.

Eine Besserung der finanziellen Lage unserer Gesellschaft erscheint deshalb dringend notwendig. Hierfür scheinen dem Vorstande nur zwei Wege möglich, solange der Gesellschaft nicht größere Stiftungen zufallen, nämlich: 1. eine Erhöhung der Einnahmen aus dem Verkauf der Verhandlungen, indem der Verlagsbuchhandlung für den Kommissionsverlag nicht 50% Gewinn, sondern nur 33 $\frac{1}{3}$ % gewährt wird, woraus sich ein Gewinn von 200—250 M. ergeben würde, und 2. die vorgeschlagene Erhöhung der Mitgliederbeiträge.

Da die Gesellschaft im Jahre 1911/12 155 Mitglieder, die 10 M., und 20 Mitglieder, die 5 M. Beitrag zahlten, hatte, so würde sich durch die Erhöhung der Beiträge um 5 M. eine Vergrößerung der Einnahmen um 775 M. ergeben. Diese Erhöhung und weiter die aus dem besseren Verkauf der Verhandlungen entstehende würde voraussichtlich genügen, um die Ausgaben zu decken und die 150 bzw. 100 M. Beiträge der sich ablösenden Mitglieder dem Kapitalvermögen der Gesellschaft zufügen zu können, d. h. also um dauernd die finanzielle Lage gesund zu gestalten.

Eine Erhöhung der Beiträge ist begründet:

1. Durch den bedeutend größeren Umfang und die reichere Ausstattung der Verhandlungen als in früheren Jahren. Im letzten Jahre z. B. kostete die Herstellung eines Exemplars 8 M. (bei nur 10 M. Beitrag).

2. Durch die seit der Begründung der Gesellschaft sehr gestiegenen Unkosten für den Druck, die Herstellung der zahlreichen Figuren usw.

Die „Verhandlungen“ weniger umfangreich zu gestalten, würde sich nach der Ansicht des Vorstandes nicht empfehlen, 1. weil sie die einzige Publikation ist, durch welche die Bedeutung der Gesellschaft nach außen hervortritt und 2. weil sonst die Verhandlungen wertlos werden und dann sich die Höhe des Beitrages nicht begründen läßt und wahrscheinlich viele, die jetzt 10 M. zahlen, auf die Verhandlungen verzichten und künftig nur 5 M. zahlen werden.

An der Beratung beteiligten sich die Herren Dr. HASE, Dr. STRODTMANN, Prof. SPENGLER, Prof. HEINCKE, Dr. MARTINI, Prof. MICHAELSEN, Prof. v. BUTTEL-REEPEN, Prof. LUDWIG, Dr. KÜHN, Prof. BRESSLAU, Prof. KORSCHULT und der Schriftführer. Es wurde beschlossen, die Anträge, die von verschiedenen Seiten gestellt waren, bis zur Sitzung am Donnerstag genau zu formulieren und dann (nach dem Antrage von Prof. LÜHE) ohne erneute Diskussion darüber und nach dem Antrage der Herren Dr. KÜHN und Prof. BRESSLAU über die einzelnen Abschnitte des § 5 der Statuten getrennt abzustimmen.

---

Vom Schriftführer wird darauf folgender Bericht des Herausgebers des „Tierreichs“, Herrn Prof. F. E. SCHULZE vorgelegt:

Seit meinem letzten Berichte (29. Mai 1912) in Halle sind folgende Lieferungen vom „Tierreich“ fertig gestellt:

31. Lieferung: *Ostracoda* von Prof. G. W. MÜLLER, Greifswald. 467 Seiten, 92 Abb.  
 34. „ *Amathusiidae* von H. STICHEL, Berlin. 270 Seiten, 42 Abb.

Fast fertig gestellt sind:

36. Lieferung: *Pteropoda* von Dr. J. J. TESCH, Helder.  
 37. „ *Gymnophiona* von Dr. FR. NIEDEN, Berlin.

Im Druck befinden sich:

35. Lieferung: *Turbellaria II. Rhabdocoelida* von Prof. L. von GRAFF, Graz.  
 38. „ *Solenogastres* von Prof. J. THIELE, Berlin.  
 39. „ *Cumacea* von Rev. R. R. T. STEBBING, Tunbridge Wells.

Mehrere Arbeiten stehen noch für das Jahr 1913 in Aussicht und auch für die folgenden Jahre ist für reichliches Material gesorgt.

---

Herr Prof. K. ESCHERICH (Tharandt):

**Der gegenwärtige Stand der angewandten Entomologie, und Vorschläge zu deren Verbesserung.**

M. H.! Nachdem ich vor ca. 6 Jahren berufen ward, den Lehrstuhl für angewandte Zoologie an der Forstakademie in Tharandt, der in der Hauptsache der angewandten Entomologie gilt, zu übernehmen, da wurde es mir in kurzer Zeit klar, daß der Wissenschaftszweig, dem ich dienen sollte, in einer recht schlechten Lage sich befand. Dieser erste Eindruck verlor sich in der Folgezeit nicht, sondern er verstärkte sich vielmehr von Jahr zu Jahr, so daß ich mich dazu veranlaßt sah, vor kurzem einen ausführlich begründeten Notschrei in die Öffentlichkeit zu senden<sup>1)</sup>, und daß ich heute vor das Forum der Deutschen zoologischen Gesellschaft, als der vornehmsten zoologischen Gesellschaft Deutschlands trete, um vor ihr in wenigen Worten den gegenwärtigen Stand der angewandten Zoologie, speziell der Entomologie, zu schildern und ihre Unterstützung für meine Reformbestrebungen zu erbitten.

Vielleicht führe ich Sie am besten gleich in medias res, indem ich Ihnen meine gegenwärtige Arbeit und meine gegenwärtige Situation darlege: Seitdem ich in Tharandt bin, wütet in Sachsen und auch in vielen anderen Bundesstaaten einer unserer schlimmsten Waldfeinde, die Nonne, die in bedenklicher Weise unsere Wälder bedroht. Natürlich nahm ich an, daß ein so wichtiges Tier schon recht eingehend erforscht und daß wenig neues in dieser Beziehung noch zu erwarten sei. Als ich nun nach einiger Zeit, nachdem ich mich in meinem neuen Beruf eingearbeitet hatte und auch mit der Nonne etwas mehr vertraut geworden war, begann, die Nonnenliteratur, die einen enormen Umfang besitzt, eingehend Satz für Satz durchzustudieren, um ein eigenes Bild von unserem gegenwärtigen Wissen über die Nonne zu erhalten, da erfuhr ich zu meiner Überraschung, daß unsere positiven Kenntnisse über dieses wirtschaftlich so überaus bedeutungsvolle Tier noch sehr lückenhafte waren und kaum über die größten Züge der Lebensgeschichte, wie die Entwicklung der einzelnen Stadien usw. hinausgingen. Ja, selbst bez. der wichtigsten Fragen, die tief in die Praxis einschneiden und von deren Beantwortung die Ausgaben

<sup>1)</sup> ESCHERICH, K., Die angewandte Entomologie in den Vereinigten Staaten. Eine Einführung in die biologische Bekämpfungsmethode. Zugleich mit Vorschlägen zu einer Reform der Entomologie in Deutschland. Mit 61 Abbildungen. Berlin 1913. Paul Parey.

von vielen Hunderttausenden, ja Millionen Mark abhängen, waren noch kaum Ansätze zu einer wissenschaftlichen Bearbeitung vorhanden. So wurde z. B. seit 20 Jahren in der heftigsten Weise über die Leimfrage gestritten, ohne daß aber irgendwelche speziellen Versuche, die einigermaßen bestimmte Anhaltspunkte über die Wirkung des Leimrings geben konnten, angestellt wurden. Erst in der letzten Zeit ist darin etwas getan worden. — Ebenso sind wir über die Wirksamkeit der Parasiten sehr schlecht unterrichtet; selbst bez. der Tachine, dem wichtigsten Feind der Nonnenraupe, waren wir bis vor kurzem größtenteils auf Vermutungen, resp. Analogieschlüsse angewiesen betr. der Eizahl, der tatsächlichen Vermehrungsgröße, der Hyperparasiten usw., obwohl das Dinge sind, die für die Praxis, vor allem für die Prognose der Kalamität von der allergrößten Bedeutung sind. Wir haben denn auch schon manche trübe Erfahrung in dieser Beziehung gemacht: So nahmen wir bisher an, daß wenn einmal 50 % der Nonnenraupen tachiniert sind, die Kalamität durch die Tachinose (im Verein mit der Wipfelkrankheit usw.) in absehbarer Zeit beendet wird. In den meisten Fällen traf dies auch zu, in einigen Revieren jedoch machte die Tachinose nicht nur keine Fortschritte, sondern ging von Jahr zu Jahr zurück, von 50 % auf 25 und im folgenden Jahr gar auf 10 %. Was war die Ursache? Es waren einige Hyperparasiten, Räuber und Pilze aufgetreten (*Anthrax*, Chalcidier, Elateridenlarven usw.), die ihrerseits stark überhand nahmen und die Tachinen in ihrer Vermehrung beschränkten und zurückbrachten. So können wir hier die lange Dauer der Kalamität mit dem Auftreten der Hyperparasiten usw. in Zusammenhang bringen. Sie sehen aus diesem Beispiel, wie wichtig ein eingehendes Studium der Parasiten unserer Schädlinge ist. — Auch über die Wipfelkrankheit wußten wir bis vor einigen Jahren sehr wenig, erst in der neueren Zeit sehen wir darüber infolge der Arbeiten, die in Wien, in Tharandt und in Hamburg gemacht sind, etwas klarer. — Oder nehmen wir die Raubinsekten her, die ebenfalls eine wichtige Rolle im Kampfe gegen die Schädlinge spielen, so müssen wir auch hierüber wieder dasselbe Lied singen. Selbst über unseren bekannten Puppenräuber, *Calosoma sycophanta*, wußten wir bis in die neueste Zeit hinein kaum die allergrößten Lebenszüge. Erst in der jüngsten Zeit sind wir über dieses wichtige Tier gut unterrichtet worden: Wir wissen heute, daß der Käfer 3 Jahre lebt, daß das Weibchen in dieser Zeit durchschnittlich 300 Eier legt, daß der Käfer zirka 3—400 erwachsene Schwammspinnerraupe pro Jahr, also während



seines ganzen Lebens ca. 1000 Raupen vertilgt, daß beim Verzehren von Puppen die weiblichen den Vorzug erhalten und viele andere Dinge mehr. Wem aber verdanken wir diese schöne Bereicherung unserer Kenntnisse? Nicht der deutschen, sondern der amerikanischen Entomologie! Die Amerikaner haben den genannten Käfer zur Bekämpfung des Schwammspinners in Amerika eingeführt und zu diesem Zwecke das Tier einer gründlichen biologischen Erforschung unterworfen. Es war eine große Überraschung für die amerikanischen Entomologen, als sie seinerzeit erfuhren, daß das so auffallende und wirtschaftlich so wichtige deutsche Tier von der deutschen Entomologie bisher noch kaum studiert worden war. — Ganz ähnlich stand es mit den verschiedenen Parasiten, welche die Amerikaner gegen den Schwammspinner einführten. Sie glaubten anfangs, sie könnten die notwendigen biologischen Daten einfach in der vorhandenen Literatur aufsuchen. Doch groß war das Erstaunen, als sie nur sehr wenig und ungenaue Angaben in unserer Literatur fanden und als sich gar später von diesem wenigen noch manches als unrichtig herausstellte. Es blieb ihnen also nichts anderes übrig, als alle in Frage kommenden Parasiten von Grund auf neu zu erforschen, und so kommt es, daß wir heute über keinen unserer Forstschädlinge und seiner Parasiten so vorzüglich unterrichtet sind wie über den Schwammspinner. Fast möchte man unter diesen Umständen wünschen, daß auch die Nonne eines Tages in Amerika eingeschleppt würde, damit uns die Amerikaner auch über dieses Insekt eine gründliche Kenntnis verschaffen.

M. H.! Ich könnte noch lange fortfahren, um Ihnen zu zeigen, wie traurig es um die Kenntnis unserer wichtigsten Forstschädlinge bestellt ist; es wäre mir ein leichtes, Ihnen noch 50 ungelöste Nonnenprobleme zu nennen; und bekanntlich treten stets wieder neue Probleme auf, sobald man die Lösung eines Problems einmal in Angriff nimmt. Turmhoch türmen sie sich vor einem auf<sup>1)</sup>!

Nun versetzen Sie sich, bitte, einmal in meine Situation: auf der einen Seite ein Berg ungelöster Probleme, deren jedes einzelne zur Bearbeitung lange Zeit, zum Teil viele Jahre beansprucht — ich erinnere nur an die Wipfelkrankheit, die einen ganzen Stab von Forschern viele Jahre beschäftigen kann, oder an die Parasiten, von denen jeder einzelne vielfach ein langwieriges

<sup>1)</sup> Vgl. auch ESCHERICH, K., Nonnenprobleme. — Nat. Zeit. f. Forst- u. Landw. 1912.

über Jahre sich hinziehendes Studium erfordert usw. — also wie gesagt auf der einen Seite der Berg von Problemen, auf der anderen Seite die Praxis, die natürlich eine möglichst rasche und befriedigende Erledigung aller Fragen wünscht. Wie oft mußte ich hören: unser Zoologe kommt mit seiner Weisheit erst dann, wenn die Kalamität zu Ende ist. Man lernt allerdings schnell diese Vorwürfe nicht mehr tragisch zu nehmen und sie aus der Unkenntnis der betreffenden Tadel vom Gange wissenschaftlicher Arbeit herzuleiten. Wir alle wissen ja auch, daß solche Vorwürfe stets und überall, wo die Praxis und Wissenschaft sich berühren (vor allem auch bei medizinischen und hygienischen Problemen), erhoben werden. Wenn mich also auch derartige Vorwürfe nicht tief berühren, so überkommt mich aus einem anderen Grund bisweilen eine recht mutlose Stimmung, nämlich deswegen, weil ich mich so einsam, d. h. ohne geeignete Hilfskräfte, diesem riesigen Berg von Problemen gegenübersehe, zu dessen Bewältigung die ganze mir noch zur Verfügung stehende Lebenszeit nicht ausreichen dürfte. Ich komme mir oft vor, wie ein einsamer Feuerwehrmann, der vor einem ungeheueren Brand steht und mit einer kleinen Spritze am Rücken den Brand löschen soll. Man spritzt wohl instinktiv sein bißchen Wasser in die Flammen hinein, wird aber bald, wenn man sich einmal der Erfolglosigkeit bewußt geworden, des Spieles müde werden und mit den Händen in der Tasche den Brand sich selbst überlassen.

Aus dieser Situation heraus, die ich hier geschildert habe, ist meiner Ansicht nach der große Pessimismus geboren, von dem gegenwärtig die angewandte Entomologie in Deutschland befallen ist und an der sie so sehr krankt. Denn was ich hier von der Nonne gesagt, gilt ebenso für die meisten übrigen Forstschädlinge, ebenso für die landwirtschaftlichen Schädlinge, für die Obst- und Weinbauinsekten und vor allem auch für die kolonialen Insekten. Überall besteht das gleiche krasse Mißverhältnis zwischen der Größe und der wirtschaftlichen Bedeutung der Probleme einerseits und der Zahl und der Ausstattung der Forschungsstätten und der Zahl der Forscher und Hilfskräfte andererseits!

Lassen Sie uns einen kleinen Rundgang durch diejenigen Arbeitsstätten Deutschlands machen, in denen angewandt entomologische Fragen bearbeitet werden: Da haben wir zunächst die

Zoologische Abteilung der Kaiserlich Biologischen Anstalt in Dahlem, die als Zentralstätte für das gesamte Gebiet

der land- und forstwirtschaftlichen Zoologie (also nicht nur der Entomologie!) gedacht ist und deren Personalbestand trotz des großen Gebietes außer dem Leiter nur noch 4—5 Hilfskräfte aufweist. Dann das

Kaiser-Wilhelm-Institut für Landwirtschaft in Bromberg, deren zoologische Abteilung, wie dies auch bei der obigen Anstalt der Fall ist, der botanischen Abteilung untersteht. Bis vor kurzem war nur ein einziger Zoologe da beschäftigt, ganz neuerdings hat man diesem noch einen Assistenten bewilligt. Ferner die

Landwirtschaftlichen Hochschulen: an den meisten derselben ist landwirtschaftliche Zoologie als Lehrfach eingestellt, bei der doch die Insekten eine hervorragende Rolle spielen; trotzdem aber finden wir an keiner landwirtschaftlichen Hochschule Deutschlands eine speziell entomologische Professur oder ein entomologisches Institut, an dem die zahlreichen landwirtschaftlich-entomologischen Fragen eine wissenschaftliche Bearbeitung erfahren könnten. Ebenso steht es mit den vielen landwirtschaftlichen Versuchsstationen, die teils staatlich sind, teils den Landwirtschaftskammern zugehören. An den allerwenigsten derselben ist ein Entomologe und dann nur in untergeordneter Stellung.

Dann die Obst- und Weinbaustationen. Welche gewaltige entomologischen Probleme sind hier zu lösen! Ich erinnere nur an die Blutlaus oder an den Heu- und Sauerwurm, welcher in den schlimmen Jahren der kleinen Pfalz allein einen Verlust von 20 Millionen Mark pro Jahr beibrachte, und der geradezu eine Lebensfrage für die Bevölkerung mancher Weindistrikte bildet. Heute steht diesem Riesenproblem ein einziger Zoologe gegenüber, der in Neustadt stationiert ist.

Die Station für Pflanzenschutz in Hamburg stellt in der Hauptsache eine Quarantänestation dar zum Schutz gegen Einschleppung von auswärtigen Schädlingen, vor allem der San-José-Schildlaus. Sie besitzt einen entomologischen Assistenten.

Die forstlichen Hochschulen haben zwar je eine Professur für angewandte Entomologie (resp. Zoologie), doch leiden die meisten an einem sehr empfindlichen Mangel an Hilfskräften und an Geld.

Am schlimmsten ist es mit der Entomologie in den Kolonien bestellt. Hatten wir doch bis vor kurzem in unserem gesamten kolonialen Besitz nur eine einzige entomologische Stelle (Amani). Jetzt haben wir es glücklich bis auf zwei gebracht.

Einen Kommentar zu diesen hier mitgeteilten Zuständen halte ich für völlig überflüssig. Ich glaube, es wird keiner von Ihnen danach noch im Zweifel sein, wie mangelhaft unsere entomologische Organisation ist. Und es ist daher auch nicht zu verwundern, daß Deutschland im Konzert der europäischen Großmächte heute jedenfalls das bescheidenste Instrument spielt in bezug auf die angewandte Entomologie. Und ziehen wir gar Amerika zum Vergleich heran, so kann Deutschland überhaupt kaum genannt werden.

Ich frage nun, wollen wir in diesem Fahrwasser weiterfahren und damit immer noch mehr in das Hintertreffen geraten, oder wollen wir danach streben, eine gründliche Änderung herbeizuführen, so daß wir wenigstens einigermaßen mit den anderen Kulturnationen konkurrieren können? Ich denke, für eine Nation, die in wissenschaftlicher Beziehung immer noch an erster Stelle steht, kann die Antwort nicht zweifelhaft sein. Wir können und dürfen nicht zugeben, daß wir in bezug auf einen so wichtigen und so tief in das menschliche Kulturleben einschneidenden Zweig der Wissenschaft an letzter Stelle in den Reihen der Kulturnationen stehen. Es ist, meine ich, geradezu die Pflicht der wissenschaftlichen und vor allem der zoologischen Welt Deutschlands, sich des bisher so arg vernachlässigten Zweiges der Zoologie anzunehmen und ihn nach Kräften zu heben. Es muß also in dieser Richtung etwas geschehen, wir müssen unbedingt gründlich reformieren, und zwar nicht nur die Organisation, sondern auch die bisherige zum Teil recht geringschätzigte Anschauung über das Wesen der angewandten Entomologie.

Wir brauchen dabei nicht alles neu zu erdenken, nicht vollständig neue Wege zu ersinnen, da wir ja Vorbilder haben, von denen wir lernen und denen wir manches entnehmen können. Das klassische Vorbild für angewandte Entomologie ist heute zweifellos Amerika, es marschiert heute in dieser Beziehung an der Spitze der Nationen. Dort ist die angewandte Entomologie neu geboren worden und wenn unsere Wissenschaft heute ein ganz anderes Bild zeigt wie vor zwanzig Jahren, und wenn sie viel hoffnungsfrohere Ausblicke gestattet wie damals, so ist dies in erster Linie der Umwandlung zuzuschreiben, die sie unter dem eminent praktischen, zielbewußten und energischen Geiste der Amerikaner erfahren hat.

Ich hatte vor zwei Jahren Gelegenheit, dank des Entgegenkommens CARNEGIES, die amerikanischen Einrichtungen kennen zu lernen. Unter L. O. HOWARDS persönlicher Leitung machte ich eine

Rundreise durch die ganzen Vereinigten Staaten, westlich bis San Franzisko, südlich bis an die mexikanische Grenze und nach New Orleans. Diese Reise war ungemein lehrreich für mich, sie zeigte mir klar und deutlich, worin der große Fortschritt und der große Vorsprung, den Amerika auf angewandt entomologischem Gebiet einnimmt, begründet ist.

Lassen Sie mich mit einigen Worten die dortigen Einrichtungen schildern: Wir haben in der Hauptsache drei getrennte entomologische Organisationen zu unterscheiden: 1. Das „Bureau of Entomology“, das im Dienste der Bundesregierung steht, 2. die Staatsentomologen und die State Agricultural Experiment Stations, die von den Einzelstaaten unterhalten werden und 3. die Universitäten, die allerdings zum Teil, sofern es sich um staatliche Universitäten handelt, mit den ebengenannten Versuchsstationen in Zusammenhang stehen.

Weitaus die wichtigste und größte Institution ist das Bureau of Entomology, welches dem Department of Agriculture unterstellt ist. Die Direktion dieser über die ganzen Vereinigten Staaten verzweigten Organisation hat ihren Hauptsitz in Washington. Hier ist das Verwaltungsgebäude, in dem der Chef und die Leiter der verschiedenen Sektionen ihre Arbeitsräume haben, während die eigentlichen Forschungsstätten, wo die Schädlinge studiert werden, die sog. „Field Stations“ zum größten Teil draußen inmitten der jeweiligen Schädlingsgebiete, gelegen sind. Diese Stationen sind gewöhnlich nur temporärer Natur, d. h. sie bleiben nur so lange bestehen, als das Studium und die Bekämpfung des betr. Schädlings es nötig macht. — Die Aufnahme der Bekämpfung eines Schädlings geht meist folgendermaßen vor sich: Wenn irgendwo sich ein Schädling zeigt, wird dieser an das Bureau eingesandt. Dort wird derselbe bestimmt und wenn er einigermaßen bedenklich erscheint, so entsendet die zuständige Sektion einen ihrer Entomologen hinaus, um an Ort und Stelle sich über die Größe des Schadens und der eventuell drohenden Gefahren zu unterrichten. Besteht eine tatsächliche Gefahr, so wird vom Bureau unverzüglich eine „Field Station“ eingerichtet. Es wird ein Gebäude in unmittelbarer Nähe des befallenen Gebietes gemietet, es wird das nötige Instrumentarium und die nötige Literatur hingeschafft, es werden ferner einige Zuchträume gebaut, — und fertig ist die Feldstation. Die Personalbesetzung richtet sich nach der Größe und Schwierigkeit der zu lösenden Aufgabe. Handelt es sich um ein Insekt, das keine akute Gefahr in sich birgt, und dessen biologische

Erforschung keine allzu großen Schwierigkeiten darzubieten scheint, so begnügt man sich mit 2 bis 3 Entomologen und einigen Hilfskräften. Liegt aber eine größere Gefahr vor, welche ein rasches Eingreifen nötig macht, so wird gleich ein ganzer Stab von Entomologen, natürlich mit entsprechenden Hilfskräften, hinausgesandt, die nach einem vorher ausgearbeiteten Plane sich in die Bearbeitung des Problems zu teilen haben. — So ist, um Ihnen ein Beispiel zu nennen, vor wenigen Jahren ein aus Europa eingeführter Rüsselkäfer (eine *Phytonomus*-Art) in Utah, dem Staate der Mormonen, ungeheuer schädlich in den Luzernefeldern aufgetreten, so daß in manchen Gegenden statt 3 bis 4 Ernten nur eine Ernte eingebracht werden konnte, was natürlich Millionenverluste bedeutet. Sobald die Gefahr des Käfers erkannt war, errichtete das Bureau in Salt Lake City eine Versuchsstation, die mit einer Anzahl (5 bis 6) Entomologen und Hilfskräften ausgestattet wurde. Und unverzüglich ward die Arbeit nach dem oben genannten Prinzip aufgenommen, indem der eine das Verhalten der Imago, der andere das Verhalten der Larve usw. gegenüber den verschiedenen äußeren Einflüssen studiert, wieder andere die Parasiten erforschten usw.; und so wird die Biologie des Schädlings in wenigen Jahren weit mehr gefördert werden können als es einem einzelnen in 10 Jahren und mehr kaum möglich sein würde. — Oder sehen wir zu, wie das Parasitenstudium des Schwammspinneres betrieben wird. Sobald das Bureau mit der Bekämpfung des Schädlinges betraut war, errichtete es inmitten des Schwammspinnergebietes, in Melrose Highlands Mass., ein besonderes Parasitenlaboratorium, in welchem lediglich die Parasitenfragen bez. des Schwammspinneres bearbeitet werden. Es sind hier zeitweise 30 Entomologen mit entsprechendem Hilfspersonal beschäftigt, so daß eine ausgedehnte Arbeitsteilung durchgeführt werden kann. Es existieren 3 Abteilungen in dem Laboratorium: eine für die Schlupfwespen, eine für die Tachinen und eine für die Raubinsekten. Jede dieser Abteilungen hat ihren besonderen Leiter, dem eine größere oder kleinere Zahl von Assistenten und technischen Hilfsarbeitern zur Verfügung stehen, so daß auf jede einzelne Parasiten- oder Raubinsektenart meistens mindestens ein, wenn nicht mehrere Bearbeiter entfallen. Daß bei einer solchen Einrichtung und intensiven Bearbeitung unsere Kenntnisse über die Biologie und die wirtschaftliche Bedeutung der Parasiten in den wenigen Jahren des Bestehens der Station ganz ungewöhnlich bereichert werden konnten (mehr als in der ganzen vorhergegangenen Zeit), kann uns kaum Wunder nehmen.

Um einen Begriff von der Größe des Bureau of Entomology zu geben, sei noch kurz erwähnt, daß der Personalbestand im Jahre 1910 nicht weniger als 623 Angestellten, darunter 131 wissenschaftliche Entomologen betrug, und daß der Jahresetat heute ca. 2 Millionen Mark pro Jahr ausmacht! Ich weiß wohl, daß solche Zahlen allein keine Gewähr für die Höhe der Leistungen geben; deshalb sei ausdrücklich hervorgehoben, daß hier die Leistungen in vollem Einklange mit dem Aufwand an Menschen und Geld stehen, wie die Erfolge sowohl in wissenschaftlicher als auch in praktischer Hinsicht beweisen. Ich nenne hier nur die klassischen Arbeiten von HUNTER und PIERCE über den Baumwollkapselkäfer, die jedem angewandten Entomologen als Vorbild in bezug auf Gründlichkeit und Methodik dienen sollten; und ich erinnere ferner an die großen praktischen Erfolge, die durch die Arbeiten des Bureau bei der Bekämpfung der verschiedenen Schildlauskalamitäten usw. erzielt wurden und durch welche dem Lande jährlich ungezählte Millionen Dollar erspart werden. Zahlreich und zum Teil auch von allgemeinstem wissenschaftlichen Interesse sind die Entdeckungen, welche bei dem Studium der verschiedenen Schädlinge gemacht wurden und in den „Bulletins“ des Bureau veröffentlicht sind. Letztere stellen denn auch eine wahre Fundgrube für den biologisch arbeitenden Entomologen dar, auf die nicht nachdrücklich genug hingewiesen werden kann. In keiner modernen entomologischen Bibliothek sollten heute die Publikationen des „Bureau“ fehlen.

Gehen wir nun zu der zweiten der oben genannten entomologischen Institutionen, den Staatsentomologen und den landwirtschaftlichen Versuchsstationen. Dieselben sind gänzlich unabhängig vom „Bureau“, arbeiten aber trotzdem, wo es vorteilhaft erscheint, mit dem Bureau zusammen. Sie haben sich speziell mit den entomologischen Fragen der Einzelstaaten zu befassen. In zirka 50 Staaten existieren heute diese Einrichtungen. Vielfach ist der Staatsentomologe zugleich auch der Leiter der entomologischen Versuchsanstalt; in einigen Staaten sind die beiden Ämter auch getrennt, so daß die betreffenden Staaten zwei entomologische Institutionen besitzen; ja einzelne Staaten haben sogar mehrere Versuchsstationen und mehrere Staatsentomologen. Der Staatsentomologe ist in erster Linie der Berater der Regierung in entomologischen Dingen, resp. der Vermittler zwischen Farmer und Regierung. Von den Versuchsstationen werden die in den betreffenden Staaten vorkommenden Schädlinge studiert und vor

allem Versuche über die Bekämpfung angestellt und endlich auch der Farmer in der Anwendung der Mittel unterrichtet oder durch Demonstrationen von der Wirksamkeit der Bekämpfung zu überzeugen gesucht. Auch hier entstehen manche schöne Arbeiten, wenn sich dieselben, als ganzes genommen, auch nicht mit den Arbeiten des Bureaus vergleichen lassen.

Was endlich die Universitätsentomologie betrifft, so besitzt eine ganze Reihe der angesehensten Universitäten (Harvard, Cornell, Standford, Berkeley, die University of Illinois und andere) besondere entomologische Departements, welche aus einem Institut und einer oder mehreren Versuchsstationen bestehen. Als Leiter fungiert ein Ordinarius, dem mehrere Extraordinarien (Assistant-Professors) und eine Reihe von Assistenten und technischen Hilfskräften zur Verfügung stehen. Die Universitätsentomologie beschäftigt sich mit allen Zweigen der Entomologie, sowohl den rein theoretischen als auch den angewandten. Vor allem ist dafür Sorge getragen, daß den Studierenden eine möglichst gründliche und vielseitige Ausbildung zuteil wird. Wer Entomologe werden will, hat gewöhnlich vier Jahre zu studieren, von denen das erste allerdings lediglich auf allgemeine Fächer entfällt; auch während der übrigen drei Jahre sind neben den entomologischen Kollegien und Übungen noch andere allgemeine Fächer vorgeschrieben. Alle Zweige der Entomologie werden in den Kollegien und Übungen behandelt, wie Anatomie und Morphologie, Histologie, Embryologie, Biologie, Schädlingskunde, Systematik, die Insekten als Krankheitsüberträger usw., so daß derjenige, der dem Lehrplane entsprechend die Universitätszeit richtig ausgenutzt hat, als allseitig beschlagener, sattelfester Entomologe gelten kann, der jeder an ihn herantretenden Aufgabe gerecht werden kann.

Vergleichen wir nun diese amerikanischen Verhältnisse mit den oben geschilderten deutschen, so können die Gründe für die Überlegenheit der amerikanischen Entomologie keinem verborgen bleiben. Sie lassen sich etwa in folgenden Sätzen zusammenfassen:

1. Amerika sorgt für eine den tatsächlichen Bedürfnissen entsprechende Zahl von Arbeitsstätten, die meist inmitten des Befallgebietes errichtet werden und die eine möglichst selbständige und freie Verfassung besitzen.
2. Diese Arbeitsstätten sind mit genügendem Personal besetzt, so daß eine möglichst weitgehende Arbeits-



teilung durchgeführt werden kann, was die Bearbeitung der betr. Schädlingsfragen vertieft und beschleunigt.

3. Amerika besitzt eine Anzahl trefflicher Ausbildungsstätten an den Universitäten, an denen tüchtige theoretisch und praktisch gründlich geschulte Entomologen herangezogen werden können.

---

M. H.! Diese drei Punkte sind es in der Hauptsache, welche dem Amerikaner den großen Vorsprung gegeben haben, und sie sind es auch, welche wir als die Grundlage für unser Reformwerk anzusehen haben. Tun wir das und folgen wir in diesen Punkten dem Beispiel der Amerikaner, so zweifle ich nicht im geringsten, daß wir nicht nur das Versäumte bald nachgeholt haben werden, sondern daß wir in nicht allzulanger Zeit auch in bezug auf die angewandte Entomologie uns in den Reihen der führenden Nationen befinden werden, wie man es von Deutschland doch auf fast allen anderen wissenschaftlichen Gebieten gewohnt ist.

Was die Einzelheiten des Reformwerkes betrifft, so kann man darüber recht verschiedener Meinung sein und es wird wohl längerer Zeit bedürfen, bis wir darüber uns geeinigt haben werden. Es soll daher auch nicht meine Absicht sein, mit einem festen Detailprogramm hier vorzutreten, sondern ich will nur in kurzen Zügen einige der vielen möglichen Wege hier anzudeuten versuchen, auf denen ev. eine Besserung zu erzielen sein dürfte, in der Hoffnung, dadurch zu Gegenvorschlägen Anlaß zu geben.

Beginnen wir mit der landwirtschaftlichen Entomologie, so müßte der erste Schritt meiner Ansicht darin gelegen sein, daß an den landwirtschaftlichen Hochschulen (wenigstens an den bedeutenderen) besondere Lehrstühle für Phytopathologie mit einer botanischen und entomologischen Abteilung und einer botanischen und entomologischen Professur errichtet werden. Zweifellos würde dann bei den zukünftigen Landwirten mehr Interesse für die Schädlinge erweckt werden können als es jetzt der Fall ist, und als es durch Aushilfsdozenten, die sich natürlich, nachdem sie ihre Vorlesungen gehalten, nicht mehr viel um ihre Schüler kümmern können, möglich ist.

Das wäre der erste Schritt zu einer Besserung der landwirtschaftlichen Entomologie. Mit ihm müßte aber notwendigerweise eine Vermehrung der entomologischen Arbeitsstätten „draußen in der Praxis“ Hand in Hand gehen. Deutschland hat bekanntlich sehr abweichende klimatische Boden- und Kultur-

verhältnisse in den verschiedenen Landesteilen und damit verbunden ein sehr verschiedenes Auftreten der Schädlinge. Nicht nur, daß hier andere Schadinsekten sich einstellen als dort, so verhalten sich auch die gleichen Arten hier ganz anders als dort: Was hier ungeheuren Schaden verursacht, ist dort vielleicht ziemlich harmlos.

Dem muß notwendigerweise Rechnung getragen werden, und zwar dadurch, daß man eine größere Anzahl Entomologen („Landesentomologen“) ausstellt, die an verschiedenen Plätzen (mit möglichst abweichenden klimatischen usw. Bedingungen) stationiert werden. Vielleicht ließe sich dies in der Weise durchführen, daß an einer Anzahl der landwirtschaftlichen Versuchsstationen entomologische Stellen (mit möglichster Selbständigkeit) geschaffen würden.

Beinahe noch dringlicher ist die Reform der kolonialen Entomologie! Heute existieren nur zwei koloniale Entomologen, von denen der eine in Ostafrika, der andere in Samoa stationiert ist.

Was kann aber ein Entomologe in einer so großen Kolonie wie Ostafrika, wo so verschiedenartige klimatische Verhältnisse herrschen, ausrichten, zumal es sich doch vielfach um völliges Neuland handelt, und zumal auch der Verkehr nach den verschiedenen Gebieten weit schwerfälliger ist als im Heimatland. Er kann höchstens die eingesandten oder selbst beobachteten Schädlinge bestimmen resp. bestimmen lassen, registrieren und event. auch noch die Lebensgeschichte oberflächlich erforschen; zu einem tieferen Durchdringen der Probleme kann er aber unmöglich gelangen. Und gerade darauf kommt es doch an, wenn man großzügige angewandte Zoologie mit Dauererfolgen betreiben will.

Der Insektenschaden in unseren Kolonien ist heute schon ein ganz beträchtlicher (man denke nur an die verschiedenen Baumwollschädlinge, an die Kräuselkrankheit, an die Kaffeebohrer usw.), und es besteht kein Zweifel, daß derselbe mit zunehmender Kultur noch bedeutend wachsen wird.

Was bedeutet diesen schweren Gefahren gegenüber ein einziger Entomologe! Es besteht hier ein offenes Mißverhältnis zwischen effektivem Schaden und drohenden Gefahren einerseits und Versicherung andererseits, das so bald als möglich zu beseitigen ist. Alle kolonialen Kreise haben starkes Interesse daran; sie mögen daher ihren Einfluß in dieser Richtung so kräftig als möglich geltend machen!

Es erscheint also unbedingt erforderlich, daß die koloniale Entomologie wesentlich reformiert wird. Was wir als Mindestforderung aufstellen, ist folgendes:

Jede unserer Kolonien soll ein Institut für angewandte Zoologie erhalten, welches ja an verwandte Institute angeschlossen werden kann (z. B. in Kamerun der Versuchsanstalt für Landeskultur in Viktoria). Mit der Leitung desselben ist ein Zoologe, der eine gründliche entomologische Vorbildung, auch nach der praktischen Seite hin, genossen hat, zu betrauen. Ihm sind mehrere Assistenten zur Seite zu stellen, welche die verschiedenen Bezirke zu bereisen, die dort auftretenden Schädlinge festzustellen, und darüber an das Institut zu berichten haben. Stellt sich irgendwo ein bedenklicher Schädling ein, so ist inmitten des befallenen Gebietes eine provisorische Station zu errichten, wo einer der Assistenten sich ausschließlich der Erforschung des betreffenden Schädlings hinzugeben hat. Die Assistenten könnten zugleich auch als Wanderlehrer wirken, um die Farmer auf die drohenden Gefahren und deren Begegnungsmöglichkeiten, oder auch auf die Ausnützung nützlicher Tiere (Bienenzucht) aufmerksam zu machen. Die Ausarbeitung der draußen gewonnenen Ergebnisse könnte dann (nach Beendigung der Feldstudien) im Institut geschehen.

Doch kann natürlich ein Institut in den Kolonien niemals so vollkommen mit Vergleichsmaterial, Literatur usw. ausgestattet sein, wie es im Interesse einer prompten und sicheren Arbeit wünschenswert ist. Deshalb erscheint es notwendig, in Deutschland eine Zentrale zu schaffen, die in diese Lücken eingreifen kann. Diese „Zentrale für koloniale Zoologie“ müßte natürlich an einem Platze errichtet werden, wo große Vergleichssammlungen, Bibliotheken usw. vorhanden sind, und wo ein möglichst reicher direkter Gedankenaustausch mit Kolonialkreisen (offiziellen und inoffiziellen) stattfinden kann.

Welch unglaublich zerfahrenen Zustände herrschen gegenwärtig in dieser Beziehung! „Wenn jetzt ein Gouvernement, ein Arzt, ein Tierarzt, ein Farmer, ein Institut oder wer sonst über ein schädliches oder nützliches Tier Auskunft haben will, so wendet sich der eine an die biologische Reichsanstalt, der andere an das zoologische Museum in Berlin, der dritte an das Reichsgesundheitsamt oder an das Institut für Infektionskrankheiten oder an das Institut für Schiffs- und Tropenkrankheiten oder an eine tierärztliche Hochschule oder an das kolonialwirtschaftliche Komitee oder an ein Landesmuseum oder an eine noch andere Stelle. Die meisten von diesen Instituten müssen aber die Antwort schuldig bleiben, weil an ihnen kein Zoologe tätig ist, oder weil ein solcher keine Vergleichssammlung und Literatur zur Verfügung hat. Das

zoologische Museum in Berlin ist zwar dazu imstande, und zu ihm gelangen dann auch auf mehr oder minder großen Umwegen die meisten Anfragen. Dieses Museum ist aber als eine Preußische Anstalt nicht verpflichtet, Auskunft zu geben. Es hat sie zwar im Interesse unserer Kolonien nach besten Kräften stets gegeben, es liegt aber auf der Hand, daß es als eines der großen Weltmuseen durch andere Aufgaben so stark belastet ist, daß eine befriedigende und rasche Erledigung aller Anfragen einfach nicht möglich ist.“ (BRAUER.)

Solche Zustände, wie sie hier von BRAUER geschildert werden, sind direkt unwürdig einer Nation, die auf anderen Gebieten organisatorisch so hoch steht! Schon unser nationales Ehrgefühl darf nicht dulden, daß wir in dieser Beziehung so gänzlich desorganisiert dastehen, abgesehen von den großen praktischen Vorteilen, welche eine Systemänderung in obigem Sinne unserer Kolonialwirtschaft einmal bringen wird.

In welcher Weise die Zentrale auszugestalten ist und wo der geeignetste Ort hierfür ist, mag Gegenstand späterer Überlegung sein; vorläufig kommt es nur darauf an, die Behörden zur Schaffung einer solchen Zentrale überhaupt zu gewinnen.

Die hier vorgeschlagene Reform der kolonialen Entomologie, deren Einführung auf die Dauer nicht zu umgehen sein wird, ist keineswegs derart, daß ihrer Verwirklichung große Schwierigkeiten verwaltungstechnischer oder finanzieller Natur entgegenstünden. Die dadurch verursachten Mehrausgaben, die durchaus nicht unerschwinglich hoch sein dürften, als Einwand vorzubringen, wäre kurzsichtig. Denn es könnte sehr bald die Zeit kommen, da wir angesichts großer Verheerungen schwer bereuen müßten, daß wir es unterlassen haben, eine im Verhältnis zu den Verlusten so geringe Versicherungsprämie zu bezahlen.

Der erfreulichste Teil der angewandten Entomologie in Deutschland ist wohl die Forstentomologie, indem wenigstens eine Anzahl Institute hierfür existieren. Doch an einem schweren Übelstande krankt auch sie, wie ich bereits eingangs ausgeführt habe, nämlich an dem Mangel an Hilfspersonal (Assistenten und technische Hilfsarbeiter), der besonders beim Eintritt von Kalamitäten sich fühlbar macht. Und solange dieser Mangel nicht beseitigt wird, so lange sind keine Großtaten von der Forstentomologie zu erwarten<sup>1)</sup>.

<sup>1)</sup> Vgl. auch K. ESCHERICH, Ein Vorschlag zur Hebung der Forstentomologie. — Nat. Zeitschr. für Forst- und Landwirtschaft. 1912.

Dasselbe gilt für die übrigen Zweige der angewandten Entomologie, wie vor allem auch für die Obst- und Weinbauversuchsstationen. Was kann z. B. ein einziger Zoologe ohne Assistenten und ohne jede andere Hilfskraft gegenüber dem Riesenproblem des Heu- und Sauerwurmes ausrichten? Zumal noch hinzu kommt, daß der angewandte Zoologe nicht mit jener herrlichen Gemütsruhe wie der theoretische Zoologe arbeiten kann, sondern die fortwährende Unruhe, die von der Praxis aus in die Studierstube hineingeschleudert wird, an die Nerven mitunter große Anforderungen stellt. (Man denke nur an die in schlimmen Wurmjahren aufs höchste gereizte Weinbaubevölkerung, die die Vorschläge der Zoologen meist als Schikanen betrachtet.) Die Leistungen des angewandten Zoologen sind im Hinblick darauf wohl auch etwas anders zu bewerten als die Leistungen des ohne jede Störung und seelische Beunruhigung arbeitenden theoretischen Zoologen.

Überall also herrscht ein empfindlicher Mangel an Hilfskräften — besonders in den Zeiten großer Kalamitäten. Und so geht eine Kalamität nach der anderen vorüber, ohne daß wir die Gelegenheit zu einem gründlichen Studium wahrnehmen können. — Man möge in dieser Hinsicht endlich etwas weitsichtiger werden und möge sich vergegenwärtigen, wie lächerlich klein die Summe für die Gehälter des Hilfspersonals ist gegenüber den Millionenverlusten, die durch die großen Insektenseuchen verursacht werden. Ich möchte bei dieser Gelegenheit nicht versäumen, auf eine mir mitgeteilte Berechnung eines Obstfarmers von San José hinzuweisen, wonach der Gewinn, den er allein in seiner Pflanzung durch Anwendung der vom Bureau of Entomology empfohlenen Bekämpfungsmethoden gegen den „Pear Thrips“ in einem Jahr erzielt hat, größer war, als die gesamten von der Regierung für die Erforschung dieses Schadinsektes bisher aufgewandten Kosten betragen haben (dabei war eine besondere Station zur Erforschung des „Pear Thrips“ errichtet worden, an welcher mehrere Entomologen jahrelang arbeiteten)!

Ich komme nun zum letzten Punkt meines Vortrages: Woher sollen wir die vielen Entomologen, die durch die Vermehrung der Arbeitsstätten und Hilfskräfte notwendig werden würden, nehmen? Die Frage ist von der allergrößten Wichtigkeit. Denn wir werden nur dann Erfolge haben, wenn wir die geeigneten Leute zur Verfügung haben, die eine gründliche entomologische Vorbildung, auch nach der praktischen Richtung hin, genossen haben, und die vom Geiste der angewandt-

entomologischen Wissenschaft erfüllt sind und in der Betätigung derselben ihre Lebensaufgabe erblicken. Wo aber sind solche Zoologen in Deutschland zu finden? Sie sind jedenfalls sehr selten. Und so oft ich nach solchen gefragt werde, komme ich in nicht geringe Verlegenheit.

Wo soll auch in Deutschland heute ein Zoologe eine allseitige entomologische Ausbildung sich verschaffen? An den Universitäten ist dies aus Gründen, die Ihnen allen bekannt sind, nicht möglich. Es werden zwar an manchen Universitäten von Extraordinarien oder Privatdozenten einzelne entomologische Vorlesungen und Übungen gehalten, doch genügen diese bei weitem nicht zu einer geschlossenen entomologischen Ausbildung. Und so kann also der Zoologe, der sich zum Entomologen ausbilden will, dies zum großen Teil nur auf autodidaktischem Wege tun. Die meisten Entomologen, die heute tätig sind, sind denn auch in der Tat „aus sich selbst“ heraus geworden, ohne einen geordneten Unterricht genossen zu haben, in der Jugend gewöhnlich angeleitet von einem Insektensammler, später durch eigene Weiterbildung.

Doch dies hat natürlich auch seine Grenzen. Je größer mit dem Fortschreiten der Wissenschaft das Gebiet wird, desto schwieriger wird es werden, dasselbe auf autodidaktischem Wege gründlich kennen zu lernen. Ich denke, die Entomologie ist heute längst an dem Punkte angelangt, wo ein Selbststudium nicht mehr ausreichen kann. Sie ist heute eine Wissenschaft geworden von solcher Ausdehnung und zugleich auch von so großer und vielseitiger, zum Teil tief in das Wirtschaftsleben und die Gesundheit des Menschen eingreifenden Bedeutung, daß sie nicht mehr länger eine so untergeordnete Rolle an unseren Universitäten spielen darf. Die Zeit ist gekommen, daß **entomologische Professuren** dringendes Bedürfnis geworden sind. Amerika besitzt eine ganze Reihe entomologischer Lehrstühle an den größeren Universitäten mit ausgezeichnet eingerichteten entomologischen Instituten, wo die Zoologen nach einem gut durchdachten Lehrplan in allen Sparten der Entomologie (auch nach der praktischen Seite hin) unterwiesen werden. Auch Italien besitzt ähnliche Lehrstühle und ebenso Frankreich und England. Sollten wir es da nicht auch in Deutschland wenigstens zu einer Professur für Entomologie und zu einem gut ausgestatteten Institut bringen? Das wäre wirklich nicht zuviel verlangt; und sicher würden die Ausgaben, die darauf verwendet werden, reichlich wieder hereinkommen. Wir würden

dann eine Anzahl tüchtiger Entomologen erhalten, was nicht nur der Land- und Forstwirtschaft, sondern auch der Medizin, Tierheilkunde usw. (sowohl der heimischen wie der kolonialen) zum Segen gereichen würde<sup>1)</sup>.

Solange diese wichtige Bedingung nicht erfüllt ist, möge man wenigstens zu folgendem Notbehelf greifen: man mache dem Zoologen, der sich der angewandten Entomologie widmen will, zur Pflicht, nach Abschluß der zoologischen Studien noch mindestens zwei Semester an einem oder mehreren der bestehenden angewandtentomologischen Institute zu praktizieren. Im Hinblick auf die große Verantwortung, die dem angewandten Entomologen aufliegt, halte ich dieses für eine der dringendsten Forderungen. Wenn ein theoretischer Zoologe einen Fehler in seiner Beobachtung macht, so hat das gewöhnlich weiter keine Folgen für die Allgemeinheit; wenn aber ein angewandter Zoologe falsch beobachtet, und diese Beobachtungen seinen Ratschlägen zugrunde legt, kann damit ev. ein enormer Schaden angestiftet werden. Es muß daher unbedingt dafür gesorgt werden, daß der von der Universität kommende theoretisch vorgebildete Zoologe, bevor ihm das Amt eines angewandten Entomologen anvertraut wird, eine Art Quarantäne durchmacht, so daß er die praktischen Probleme nicht mehr mit den Augen des reinen Theoretikers betrachtet, und daß er sich auch der hohen Verantwortung seiner Arbeit der Allgemeinheit gegenüber bewußt geworden ist. Wir lassen ja heute auch nicht mehr die Mediziner auf die Menschheit los, bevor sie nicht ein praktisches Jahr durchgemacht haben! Warum sollen wir nicht das gleiche auch für die angewandte Entomologie fordern, um die Forst- und Landwirtschaft usw. vor unerfahrenen Ratgebern zu schützen?

Eine sehr wünschenswerte Ergänzung dieses praktischen Jahres an den verschiedenen deutschen Instituten wäre ein längerer oder kürzerer Aufenthalt in Amerika, dem klassischen Land der angewandten Entomologie. Das Bureau of Entomology würde sich gerne dieser Praktikanten annehmen und dafür sorgen, daß sie einen guten Einblick in den gesamten Betrieb erhalten. Die Betreffenden würden dadurch nicht nur ihr praktisches Wissen in hohem Maße bereichern, sondern zweifellos auch etwas von dem

<sup>1)</sup> Als besonders erstrebenswert erscheint mir außerdem die Schaffung eines freien Forschungsinstitutes zur Erforschung der Ursachen der organischen Gleichgewichtsstörungen (Übervermehrung von Schädlingen usw.).

amerikanischen gesunden Optimismus mit herüberbringen. Und das wäre vielleicht noch mehr wert für ihr zukünftiges Wirken als die Erlernung der verschiedenen dort angewandten Methoden.

Eine Reise nach Amerika kostet aber ziemlich viel Geld, und es ist nicht jeder in der glücklichen Lage, eine solche Summe aufzubringen. In solchen Fällen möge der Staat eingreifen und wenigstens diejenigen angewandten Zoologen, die er auf besonders wichtige und exponierte Stellen zu schicken beabsichtigt, vorher auf Staatskosten eine Studienreise nach Amerika machen lassen. Der Staat würde davon jedenfalls nur Vorteile haben. Übrigens könnten auch die verschiedenen Akademien und gelehrten Gesellschaften Beiträge hierzu geben.

Als Schlußwort sei mir folgendes gestattet: Mein Optimismus ist nicht so groß, daß er mich hoffen läßt, daß auf die Anregungen, die ich mir vorzubringen erlaubte, gleich eine Reaktion erfolgen werde. Ich bin mir vielmehr wohl bewußt, daß es viele Arbeit und Enttäuschungen kosten wird, um unsere Sache nur einen kleinen Schritt vorwärtszubringen. Ich habe, um den Reformvorschlägen mehr Nachdruck zu verschaffen und um das Reformwerk kräftiger zu fördern, in meinem Amerikabuch den Aufruf zur Gründung einer „Gesellschaft für angewandte Entomologie“ veröffentlicht, und ich freue mich, Ihnen mitteilen zu können, daß diese Anregung auf günstigen Boden gefallen ist, so daß die Gründung dieser Gesellschaft heute oder morgen hier stattfinden kann<sup>1)</sup>. Die Gesellschaft wird stets den größten Wert darauf legen, in inniger Verbindung mit der Deutschen Zoologischen Gesellschaft zu bleiben, und wird daher voraussichtlich auch eine ihrer Sitzungen, wenn möglich, zu gleicher Zeit mit der „D. Z. G.“ abhalten. — Die Hauptarbeit der Gesellschaft soll vorerst darin bestehen, das Reformprogramm in seinen Einzelheiten durchzubearbeiten und dann mit allen zur Verfügung stehenden Mitteln für die Durchführung des Reformwerkes zu agitieren. Da es eine

---

<sup>1)</sup> Die Gesellschaft hat sich inzwischen konstituiert unter dem Namen „Deutsche Gesellschaft für angewandte Entomologie“. „Der Zweck der Gesellschaft ist die Förderung der angewandten Entomologie. Die Gesellschaft erstrebt zunächst die Durchführung einer zweckdienlichen staatlichen Organisation an, ferner Sammlung und kritische Sichtung des vorhandenen Materials, Hebung des Verständnisses für angewandte Entomologie und Wahrung des Ansehens ihrer Vertreter in der Öffentlichkeit.“ Die Gesellschaft wird Jahresversammlungen abhalten und Verhandlungsberichte herausgeben. Der gegenwärtige Vorstand setzt sich folgendermaßen zusammen aus: Prof. K. ESCHERICH, Prof. FR. SCHWANGART, Prof. HEYMONS und Dr. MARTINI.



notwendige und gesunde Sache ist, für welche die neue Gesellschaft kämpft, so darf ich wohl hoffen, daß die „D. Z. G.“ der „G. f. ang. Ent.“ ihre Sympathien und, wenn es nottut, auch ihre tatkräftige Unterstützungen nicht versagen wird. Dann wird der Erfolg unserer Bestrebungen sicher nicht ausbleiben.

---

Diskussion:

Herr Prof. HEYMONS (Berlin) stimmt den Darlegungen von ESCHERICH bei. Die Heranbildung von angewandten Entomologen ist nicht nur für das Inland von Bedeutung, sondern vor allen Dingen für die deutschen Kolonien von Wichtigkeit. Würde jetzt eine größere Insektenkalamität in einer unserer Kolonien ausbrechen, so sind wir zurzeit, weil es bei uns an geeigneten Organisationen fehlt, fast ganz auf die Hilfe des Auslands angewiesen. Das ist ein unwürdiger Zustand, der dringend Abhilfe verlangt. Im übrigen würde eine Förderung der angewandten Insektenkunde auch der rein wissenschaftlichen Entomologie in vieler Hinsicht zugute kommen.

Herr Prof. SCHWANGART (Neustadt a. d. Haardt):

Auch ich kann den Ausführungen des Kollegen ESCHERICH aufs lebhafteste zustimmen. Nicht nur die Lage der deutschen angewandten Entomologie im allgemeinen, auch unsere spezielle Situation im Traubenwicklergebiet hat er so treffend geschildert, daß wenig zu ergänzen übrig bleibt.

Den Mangel einer unsern Aufgaben gerechten Organisation der angewandten Entomologie empfinden wir schwer; besonders hat uns das Fehlen einer Zentralanstalt als direkt beratender Stelle der Landesregierung Schwierigkeiten bereitet, und aus der Verwaltung der angewandten Entomologie im Nebenamt, wie sie an den allermeisten Staatsanstalten eingeführt ist, sind uns sachliche und sogar schlimme persönliche Unannehmlichkeiten erwachsen. Es handelt sich dabei nicht nur um Verwaltung durch die näher verwandte Botanik: Außer Botanikern werden auch Techniker, Chemiker, Mediziner mit entomologischen Aufgaben betraut; wie es der Zufall fügt, könnte man sagen. Infolge irriger, ohne die nötige Vorkenntnis gefällter Urteile über den Wert von Bekämpfungsmitteln oder durch aufmunternde Teilnahme solcher Staatsstellen an privaten Versuchen werden Erfinder und Unternehmer in ihrem Widerspruch gegen den Entomologen bestärkt; sie werden in die Lage versetzt, in ihrem Kampf gegen seine Kritik „Autorität gegen Autorität“, den „Professor gegen den Professor“ auszuspielen.

Ich möchte weiter darauf hinweisen, daß uns nunmehr auch Frankreich überholt hat, indem es sich dem amerikanischen Vorgehen anschloß; zunächst durch Schaffung einer entomologischen Zentrale am Landwirtschaftsministerium, die unabhängig neben einer botanischen Zentrale, gegebenen Falles im Benehmen mit ihr arbeitet. Leiter der entomologischen Zentrale (Station entomologique de Paris) ist P. MARCHAL, dessen wundervolle Arbeiten über die Entwicklung kleinster Schlupfwespen ja auch bei theoretisch arbeitenden Zoologen in hohem Ansehen stehen und vielen unter Ihnen jedenfalls gegenwärtig sind. MARCHAL leitet auch die gesamte Bekämpfung des Traubenwicklers; seinem Versuchsplan ordnen sich mehrere Stationen draußen im Weinbaugebiet unter. Und wenn auch diese Versuche gerade in ihrem interessantesten Teil, der Erforschung der Lebensbedingungen natürlicher Bekämpfungsfaktoren, zugegebenermaßen dem Vorgange des Trientiner Forschers CATONI und meiner Station folgen, so ist doch kaum zu bezweifeln, daß die bessere Organisation den Franzosen in kurzem einen Vorsprung vor uns sichern wird. — Ferner hat man in Frankreich, gleich den Amerikanern, eine Vereinigung für angewandte Entomologie geschaffen (Société d'études et de vulgarisation de la Zoologie agricole, Sitz in Bordeaux), die der staatlichen Organisation beratend und mit ihrem Einfluß auf die gebildeteren Interessentenkreise zur Seite steht und die, eben zur Sicherung dieses Einflusses, ein Organ herausgibt, das in volkstümlicher Form die exakten Ergebnisse der angewandten Entomologie vermittelt. — Endlich hat, wie ich schon angedeutet habe, die „biologische Bekämpfung“ jetzt in Frankreich volle Würdigung erfahren, während man modernen Versuchen auf dem Gebiet bei uns noch immer widerstrebt.

Gerade Versuche dieser Art aber sind es, die unserer angewandten Wissenschaft einen über ihr spezielles Gebiet hinauswirkenden Reiz verleihen, die das Interesse der gesamten Zoologie wecken sollten. Seit Jahren bin ich in Wort und Schrift und mit der Tat bestrebt, den Kleinmut und die üblichen Vorurteile gegen solche Versuche zu zerstreuen und jenen verhängnisvoll verallgemeinernden Lehrsätzen zu begegnen, die zu der Behauptung führen, daß für Vermehrung und Verbreitung nützlicher Organismen „Imponderabilien“ ausschlaggebend seien, daß daher eine Einwirkung des Menschen auf sie undenkbar sei. Ich will hier nicht wieder auseinandersetzen, weshalb diese Annahmen, welche pathogene Mikroorganismen, Pilze, Schlupfwespen und Raupenfliegen nach

ihren Verbreitungsgesetzen in Gegensatz zu bringen zu dem, was für beliebige andere Organismen gilt, von vornherein unhaltbar wären, auch wenn keine Tatsachenbeweise dagegen vorliegen würden; die Untersuchung dieser Verhältnisse von Fall zu Fall, die ja allein den Forderungen der Naturwissenschaft entspricht, hat bei uns wie in Amerika diese Annahmen durch positive Ergebnisse widerlegt: Schon der Nachweis, daß es mit Sicherheit gelingt, durch eine bestimmte Kulturmethode pathogene Pilze, „Isarien“, in den Weinbergen so zu vermehren, daß 90—95 % der Winterpuppen des Wicklers durch sie vernichtet werden, und das auf weiten Flächen, zeigt, daß wir den rechten Weg gegangen sind; weitere Untersuchungen haben erwiesen, daß das von den Amerikanern auf die Schlupfwespen angewandte „Importsystem“ auch für Pilze in Betracht kommt. Die natürliche Verbreitung scheint auch hier in bestimmten Fällen durch Barrieren aufgehalten zu werden, die sich mit künstlicher Übertragung der Krankheitserreger überwinden lassen. Umgekehrt haben für Schlupfwespen und Raupenfliegen unsere Untersuchungen zu dem Ergebnis geführt, daß auch zu ihrer Vermehrung in bestimmten Fällen Kulturmaßnahmen angezeigt sind. Wir fußen dabei auf der Erkenntnis, daß unter Umständen die andauernd geringe Vermehrungsfähigkeit dieser Insekten in bestimmten Gegenden — während sie in andern, wo derselbe Schädling auftritt, eine befriedigende Vermehrungsfähigkeit zeigen — mit dem Mangel an Zwischenpflanzungen bestimmter Art zusammenhängt. Mit diesen Zwischenpflanzen sind nämlich dann Insekten unterdrückt, die auf ihnen leben und die andererseits Zwischenwirte für bestimmte Generationen jener Schmarotzerinsekten bilden; um die Zeit, in der diese Generationen erscheinen, ist kein geeignetes Stadium des Schädlings, der bekämpft werden soll, vorhanden. — Es würde sich also darum handeln, die richtigen Zwischenwirte durch Anlage geeigneter Zwischenpflanzungen heranzuziehen, und wenn wir in diesem Falle auch noch recht weit davon entfernt sind, unsere Erkenntnis der Praxis zunutze zu machen, so ist doch wiederum ein Weg gewiesen, und die ganze Frage ist im Laufe weniger Jahre aus dem Stadium der angeblichen „Imponderabilien“ — in Wahrheit aus dem der Unkenntnis, des unerforschten herausgerückt.

Bieten nun schon diese rein praktischen Ergebnisse und Folgerungen nebenbei allgemein biologisches Interesse, so sind mit der Bearbeitung solcher Fragen, solcher Einzelfälle auch zahlreiche zunächst rein theoretische Beobachtungen und Fragestellungen ver-

knüpft, die ganz speziell den theoretisch arbeitenden Zoologen angehen; diese Fragestellungen haben oft den Vorzug, daß sie als unabhängig von den Zeitfragen der Wissenschaft, als gewissermaßen zufällig erscheinen, zu unerwarteten Ausblicken und Aufschlüssen und zu einer Korrektur herrschender Meinungen führen. Als Beispiele theoretisch wichtiger Ergebnisse bei praktischer Forscherarbeit führe ich vielleicht am besten wieder die MARCHAL-schen an: Der genaueren Untersuchung der Gallmückenparasiten durch diesen Forscher haben wir die Entdeckung des wunderbaren freibeweglichen „Cyklopidembryo“ und haben wir tiefe Einblicke in das Wesen der „Polyembryonie“ zu verdanken. Ferner möchte ich Ihnen auch einige der nächstliegenden Themata aus meinem Forschungsbereich nennen, um Sie zu überzeugen, daß es sich wirklich lohnen könnte, von meinem Anerbieten in Fachzeitschriften, u. a. im „Zoologischen Anzeiger“, betr. Annahme technisch vorgebildeter Praktikanten an unserer Anstalt, einmal Gebrauch zu machen. Ich nenne, was mir gerade einfällt: Bearbeitung der Entwicklungsgeschichte von Kleinschmetterlingen verschiedener Art, Untersuchung der Sinnesorgane bei den Traubenwicklern und andern, z. B. auf das Vorhandensein, bzw. den Bau der sogenannten „Tympanalorgane“, wie sie bei Spannern und Pyraliden gefunden worden sind; Vergleich des Baues der Augen von Tag-, Dämmerungs-, Nachtfliegern; Entwicklung, Ernährung, Wirtswechsel von Schlupfwespen und Raupenfliegen; Ursachen des örtlichen Farbenwechsels bei gewissen Käfern, usw. Zu berücksichtigen ist, daß uns für solche Untersuchungen eine Fülle von Material zu Gebote steht, wie sie sonst der Zoologe am Meere findet.

Der direkte Zweck der Aufnahme von Praktikanten aber wäre, nach Kräften zu sorgen für Schaffung eines Stammes praktisch vorgeschulter wissenschaftlicher Entomologen, zum Dienst in der angewandten Entomologie, nachdem leider an den natürlich gegebenen Lehrstätten, den deutschen Hochschulen, noch keine Möglichkeit einer solchen Vorbildung gegeben ist. Und ich gebe mich mit dem Kollegen ESCHERICH der Hoffnung hin, daß Sie uns nach den Ausführungen von heute in dieser Richtung, in der Förderung unserer wichtigen und dabei jetzt noch so schweren Aufgabe, unterstützen werden, als diejenigen Forscher, die unserm praktischen Streben am nächsten stehen.

Herr Prof. ESCHERICH: Es ist vollkommen richtig, daß die angewandte Entomologie in Deutschland größtenteils in den Händen der Botaniker liegt, die die Schädlingsfragen nebenbei mit zu be-

sorgen haben (worin die Grundursache dieses Zustandes liegt, habe ich in meiner Amerikaschrift darzulegen versucht). Daß dabei die Entomologie nicht zu ihrem vollen Rechte kommen kann, ist jedem, der die Schwierigkeit entomologisch-biologischer Probleme kennt, ohne weiteres klar. Es wurde mir zwar von mancher Seite eingewandt, die Botaniker könnten ganz gut die schädlichen Insekten mit erledigen, denn die Lebensgeschichte der meisten Schädlinge sei doch in der Hauptsache schon erforscht. In dieser Beziehung habe ich, wie gewiß auch die Mehrzahl der wissenschaftlichen Entomologen, die gerade entgegengesetzte Meinung: wir stehen auf dem Standpunkt, daß von einer wissenschaftlichen Durchdringung bei den wenigsten unserer Schädlinge heute die Rede sein kann. — Die Anschauung, daß die entomologischen Schädlingsfragen recht gut von den Botanikern mit bearbeitet werden können, scheint auch in höchsten Regierungskreisen auf festem Boden zu wurzeln; man scheint sich da keine rechte Vorstellung zu machen von der gänzlichen Verschiedenheit der beiden Wissenschaften. An diesen Stellen aufklärend zu wirken, dürfte in erster Linie notwendig sein.

Herr ALFKEN (Bremen): Es ist notwendig, daß nicht nur eine Zentrale zur Förderung der angewandten Entomologie geschaffen wird. Angebracht will es mir erscheinen, wenn nach den geologischen und klimatischen Verhältnissen mehrere Auskunftsstationen gebildet werden. Nicht nur in bezug auf die angewandte Entomologie, sondern auch in der Systematik können uns die Amerikaner vielfach als Lehrer dienen.

Herr Prof. BRAUER (Berlin): Der Beifall und die Diskussion haben gezeigt, daß wohl alle den Ausführungen des Herrn Kollegen ESCHERICH beistimmen und alle wünschen, daß seine Vorschläge auch erfüllt werden. Es scheint mir aber nötig, unsere Sympathie hier nicht nur in Worten auszudrücken, sondern ihn auch in der Weise kräftig unterstützen, daß die Deutsche Zoologische Gesellschaft in Verbindung mit dem neuen Verein für angewandte Entomologie Eingaben an die in Frage kommenden Behörden, also in erster Linie an die Ministerien für Forst- und Landwirtschaft und an das Reichskolonialamt macht. Die Formulierung der Eingaben möge man dem Vorstände der Gesellschaft und des Vereins überlassen.

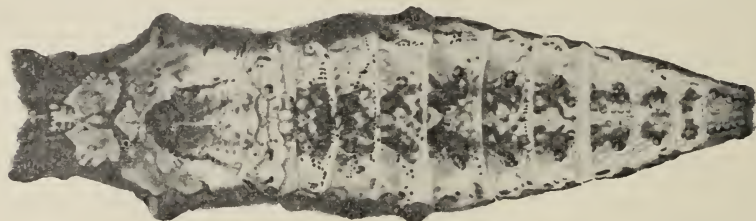
Dieser Antrag wird einstimmig angenommen.

Herr Prof. ESCHERICH: Ich danke dem Herrn Vorredner herzlich für sein warmes Eintreten für unsere Reformbestrebungen. Nachdem die Deutsche Zoologische Gesellschaft so einmütig hinter uns steht, dürfen wir mit froher Zuversicht in die Zukunft blicken.

Herr Prof. Dr. J. F. VAN BEMMELN (Groningen):

**Die phylogenetische Bedeutung der Puppenzeichnung bei den Rhopaloceren  
und ihre Beziehungen zu derjenigen der Raupen und Imagines.**

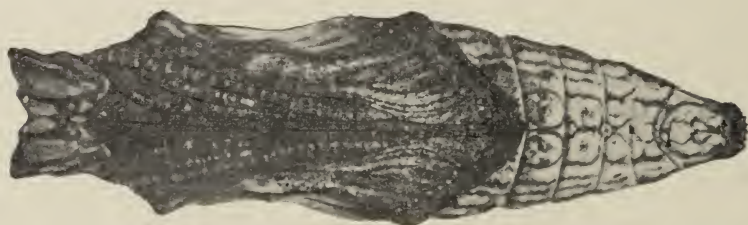
In seiner Abhandlung: „The external Morphology of the  
Lepidopterous Pupa“ gibt POULTON eine klare Auseinandersetzung



A



B



C

Figur 1.

Puppe von *Papilio Machaon* in drei Ansichten. Photographisch vergrößert.

der Bedeutung des Puppenstadiums und seines Verhaltens zu Larve und Imago. Er hebt hervor, wie die Puppe als ein unbeweglich gewordenes Subimaginalstadium aufzufassen sei, das sich von der Imago nur in unbedeutenden Merkmalen unterscheidet, während

dagegen zwischen Larve und Puppe eine gewaltige Kluft gähnt, die nur durch die Annahme zahlreicher ausgefallenen Stadien überbrückt werden kann.

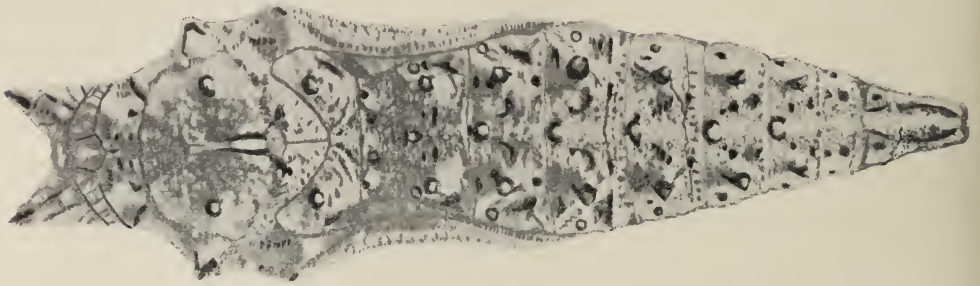
Gänzlich in Einklang mit dieser Auffassung ist die von mir schon im Jahre 1889 hervorgehobene Tatsache, daß auf den Flügelscheiden der Vanessidenpuppen eine Farbenzeichnung vorkommt, die mit der von mir entdeckten primären Zeichnung auf den noch in diesen Scheiden verborgenen imaginalen Flügelanlagen übereinstimmt.

Bei der Wiederaufnahme dieser Untersuchungen versteht es sich, daß diese Beobachtung mich veranlaßte, die Puppenzeichnung der Vanessiden nicht nur mit derjenigen der aus diesen Puppen ausschlüpfenden Imagines zu vergleichen, sondern auch mit derjenigen anderer Tagfalterpuppen. Dabei stellte sich heraus, daß auf den Flügelscheiden von Papilioniden- und Pieridenpuppen Farbenmuster vorkommen, die mit denen der Nymphaliden eine gemeinsame Grundlage besitzen. Dieses Resultat habe ich in meinem Beitrage zu der Festschrift zu Ehren SPENGLER'S veröffentlicht.

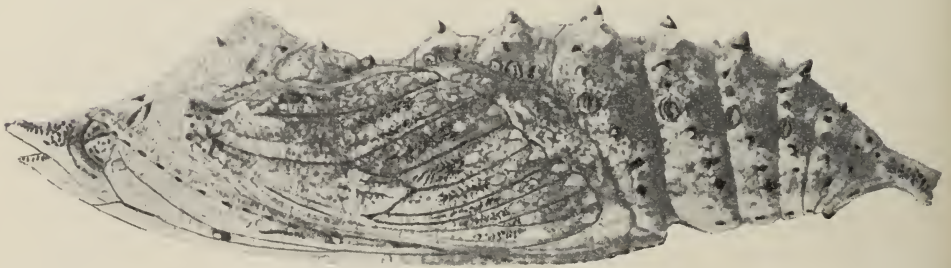
Den natürlichen Gedankengang weiter verfolgend, lag es auf der Hand, anzunehmen, daß, was für die Flügelscheiden gilt, auch für die übrige Körperbedeckung der Puppen zutreffend sein könnte. Eine einfache Vergleichung des Farbenkleides in seiner Gesamtheit bei den Puppen verschiedener Pieriden, Papilioniden und Nymphaliden ergab ohne weiteres, daß diese Übereinstimmung in der Tat besteht. Puppen, welche in Habitus und Farbenton so sehr verschieden erscheinen wie die von *Aporia crataegi*, *Pieris brassicae* und *P. napi*, *Euchloe cardamines* und *Gonepteryx rhamni*, zeigen bei genauerem Zusehen eine bis in Einzelheiten gehende Ähnlichkeit, und solches ist ebenso der Fall bei *Papilio machaon*, *Papilio podalirius* und *Thais polyxena*, oder bei *Pyrameis atalanta* und *cardui*, *Vanessa io* und *urticae*, sowohl in jeder Gruppe für sich als bei Vergleichung der Gruppen untereinander. Aber bei diesem Resultat braucht man es nicht bewenden zu lassen, es ist im Gegenteil selbstverständlich, daß man eine Vergleichung des Farbenmusters der Puppen mit dem der anderen Stadien der Metamorphose anstellt, also mit dem der Imagines einer-, mit dem der Raupen andererseits.

Bei der Ausführung der erstgenannten Aufgabe stößt man auf die Schwierigkeit, daß weder die Mehrzahl der bestehenden Abbildungen von Faltern noch die eingetrockneten Sammlungsexemplare für eine genauere Analyse des Farbenmusters auf den Leibern der

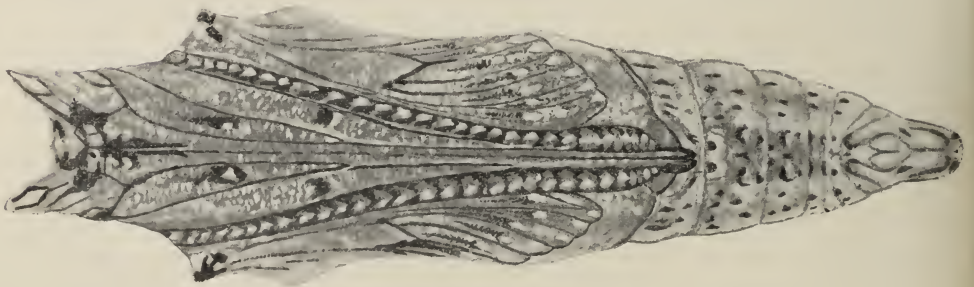
Schmetterlinge irgendwie tauglich sind, ebensowenig wie die außerdem noch recht spärlichen Abbildungen von Puppen und Raupen in den entomologischen Bilderbüchern.



A



B



C

Figur 2.

Puppe von *Vanessa io* in drei Ansichten. Photographisch vergrößert.

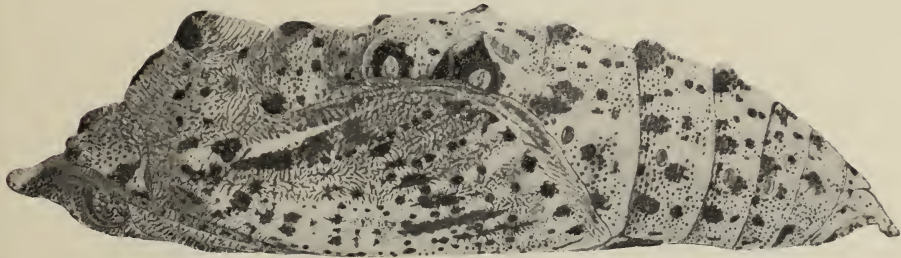
Zur Erforschung der Farbenzeichnung auf Kopf, Thorax, Abdomen und Gliedmaßen der Tagschmetterlinge sowie ihrer Raupen und Puppen, ist es unumgänglich notwendig, die frischen



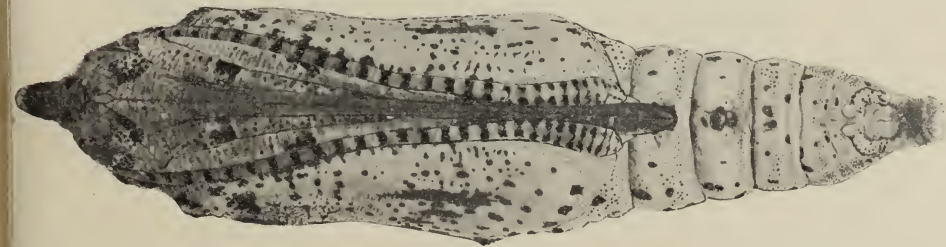
Tiere selbst zu studieren. Dabei tut man m. E. gut, die in der Puppe herangereiften Imagines kurz vor dem Augenblick des Ausschlüpfens aus der Puppenhaut heraus zu präparieren, weil ihr Körper dann noch in stark angeschwollenem Zustande ist, und



A



B



C

Figur 3.

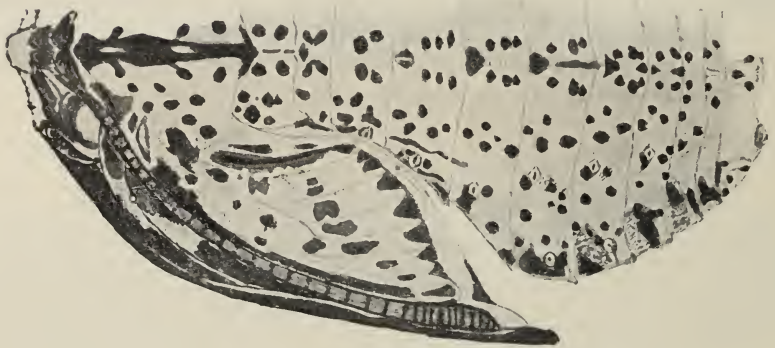
Puppe von *Pieris brassicae* in drei Ansichten. Photographisch vergrößert.

deshalb die Verteilung der Farben über die Leibesoberfläche sich besser beobachten läßt. Außerdem kann man dabei die Entwicklung des Farbenkleides auf dem Leibe des Imago innerhalb der Puppenumhüllung studieren, und wird dabei in Erfahrung bringen, daß

diese Zeichnung ebensogut wie diejenige auf den Flügelanlagen eine Stufenleiter von Entwicklungsstadien durchläuft, die eine phylogenetische Bedeutung besitzt. Bis jetzt konnte ich nur bei Puppen von *Pieris brassicae* und *Papilio podalirius* einige dieser Stadien zu Gesicht bekommen, aber diese genügten, mir die Über-



A



B

Figur 4.

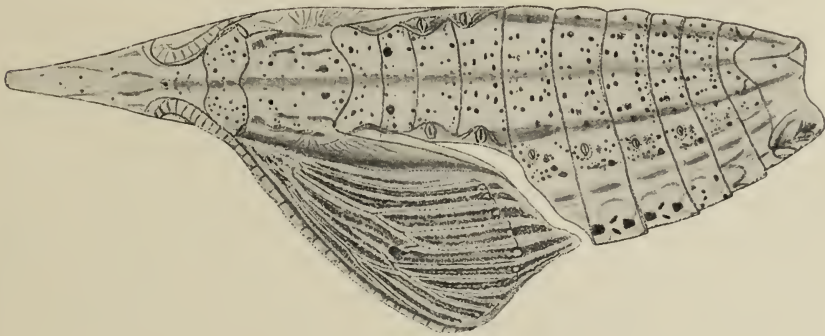
Linke Hälfte der Puppenhaut von *Pieris brassicae* (A) und *Aporia crataegi* (B) in eine Fläche ausgebreitet.

zeugung beizubringen, daß es sich in der Tat um Farbenmuster handelt, die mit denen der betreffenden Puppen mehr Übereinstimmung aufweisen als mit den betreffenden Imaginalzeichnungen, in die sie übergehen.

Höchstwahrscheinlich wird sich, wenn es gelingt, die vollständige Stufenleiter der Entwicklungsstadien zur Beobachtung zu

bringen, herausstellen, daß am Anfang dieser Serie eine Zeichnung auftritt, welche phylogenetisch älter ist als die auswendig auf der Puppenscheide vorkommende, ebenso wie dies für die Flügelzeichnung der Imagines sich ergab.

Auch bei einer Vergleichung nach der entgegengesetzten Seite, derjenigen der Raupe hin, findet man Übereinstimmung, aber auch



A



B

Figur 5.

Linke Hälfte der Puppenhaut von *Euchloe cardamines* (A) und *Pieris napi* (B) in einer Fläche ausgebreitet.

hier macht man die nämliche Erfahrung, n. l. daß das Farbenkleid der erwachsenen Raupe sich weiter von dem allgemeinen Grundplane entfernt als dasjenige der Puppe.

Dennoch besteht zwischen beiden in manchen Fällen eine unverkennbare Übereinstimmung: das Farbenmuster der Raupe geht zum größeren oder geringeren Teil in dasjenige der Puppe über. Dieser Übergang läßt sich besonders deutlich beobachten, wenn

man einige Zeit vor der Puppenhäutung die Raupenhaut öffnet, und die in Ausfärbung begriffene Puppe herauspräpariert. Ich konnte dies bei *Pieris brassicae* beobachten. Dabei stellte sich heraus, daß im Anfang ein großer Gegensatz besteht zwischen dem Farbenmuster auf Thorax und Abdomen der Puppe und demjenigen auf ihren Flügelscheiden, Beinen, Antennen, Sauger und Kopf. Während die ersteren eine komplizierte und mehrfarbige Zeichnung aufwiesen, die mit derjenigen der entsprechenden Raupenteile übereinstimmte, waren die letztgenannten einfarbig grün. Es besteht also ein auffälliger Gegensatz zwischen denjenigen Teilen, die aus dem Raupenstadium ziemlich unverändert auf die Puppe übergehen, und den sich neubildenden oder wenigstens stark umgestaltenden Organen: die letzteren bekommen erst nachträglich ein mit den letzteren übereinstimmendes Farbenkleid. Daraus ergibt sich, daß der einheitliche Eindruck, den die Zeichnung der fertigen Puppe auf den Beobachter macht, bis zu einem gewissen Grade ein irreführender ist: die Zeichnung setzt sich aus Teilen zusammen, die nicht notwendigerweise bei ihrem phylogenetischen Entwicklungslauf denselben Weg genommen zu haben brauchen. Doch wird sich wahrscheinlich in vielen Fällen herausstellen, daß dennoch auch auf Thorax und Abdomen die Puppenzeichnung einen ursprünglicheren Charakter besitzt als die entsprechende Zeichnung der erwachsenen Raupe. Denn vergleicht man z. B. einerseits die Puppen von *Pieris brassicae* und *Aporia crataegi* miteinander, und andererseits ihre Raupen nach der letzten Häutung, so besteht zwischen den ersteren eine viel größere Übereinstimmung als zwischen den letzteren. Und diese Ähnlichkeit der Puppen untereinander ist ebenfalls größer als diejenige einer jeden Puppe mit der Raupe, aus welcher sie hervorgegangen ist, was sich wohl am besten in der Weise erklären läßt, daß die Puppen auf ein ursprünglicheres und allgemeineres (d. h. der ganzen Gruppe zukommendes) Farbenmuster zurückgehen.

Diese letztere Behauptung ist nur scheinbar in Widerspruch mit der vorangehenden Bemerkung über den Zusammenhang zwischen Raupenzeichnung und Farbenmuster auf Thorax und Abdomen der frischgehäuteten Puppe. Dieser Zusammenhang besteht unzweifelhaft, aber nicht in dem Sinne, daß die letztere ein einfacher Abklatsch der ersteren wäre. Im Gegenteil: nur gewisse Bestandteile der Raupenzeichnung gehen in das Farbenkleid der Puppe über, und überdies geschieht dieser Übergang nicht plötzlich und unvermittelt, sondern die Farben, welche auf der noch nicht

aus der Raupenhaut geschlüpften Puppe vorübergehend sichtbar sind, zeigen eine größere Übereinstimmung mit dem Raupenmuster als die nachträglich durch Umbildung aus ihnen hervorgehende bleibende Zeichnung.

POULTON, der das mit der Raupenzeichnung übereinstimmende Farbenmuster auf den frisch ausgeschlüpften Puppen gleichfalls beobachtet hat (aber besonders die Sphingiden auf diese Erscheinung untersuchte) schreibt diesen Farben: „keine morphologische Bedeutung“ zu, weil sie „nur durch das noch in den Zellen der Chrysalidenhypodermis verharrende larvale Pigment verursacht sind“.

Mir scheint die Frage nach der Bedeutung dieser Farben mit dieser abweisenden Bemerkung nicht erledigt. Jede Färbung der Arthropodenhaut muß von der sog. Hypodermis ausgehen. Dringen die Farbstoffe aus dieser in die Cuticula durch, so bekommen sie dadurch einen permanenten Charakter, aber deshalb braucht man einer sich noch in der Hypodermis befindlichen Farbenzeichnung nicht jegliche morphologische Bedeutung abzusprechen.

Bei denjenigen Arten, die ihr Puppenleben an verborgenen Stellen fristen, wird die Chitinhaut braun oder schwarz, und demzufolge verschwindet jede Spur eines Farbenmusters. Stellt man sich aber die Frage, welche dieser beiden Puppenarten uns ein genaueres Bild von dem Subimaginalstadium, woraus die unbewegliche Chrysalide der heutigen Lepidopteren hervorgegangen ist, bewahrt haben mag, so muß die Antwort m. E. wohl sicher zugunsten der farbengeschmückten Rhopalocerenpuppen lauten. Die einfarbig chitinbraunen Puppen sind in der Spezialisierung weiter vorgeschritten als die mehrfarbig gezeichneten, denn sie haben ihre Zeichnung durch Anpassung an die verborgene Lebensweise nachträglich verloren, und sich deshalb weiter von den Stammformen der Schmetterlinge entfernt.

Aber unter diesen mehrfarbig gezeichneten Puppen gibt es wieder solche, die sich mehr, und andere, die sich weniger von dem ursprünglichen Zustand entfernt haben. Um diese voneinander zu unterscheiden, darf man m. E. dieselben Grundsätze anwenden, wie die, welche sich bei der Beurteilung der Imaginalzeichnung als brauchbar erwiesen haben: Grundsätze, die ich in meiner Abhandlung in SPENGELE'S Festschrift und in meiner Mitteilung auf dem Cambridger Internationalen Entomologenkongreß hervorgehoben habe. Nur können selbstverständlich bei den Puppen die Unterseite der Vorderflügelscheiden, sowie die beiden Oberflächen derjenigen der Hinterflügel nicht in Betracht gezogen werden. Aber

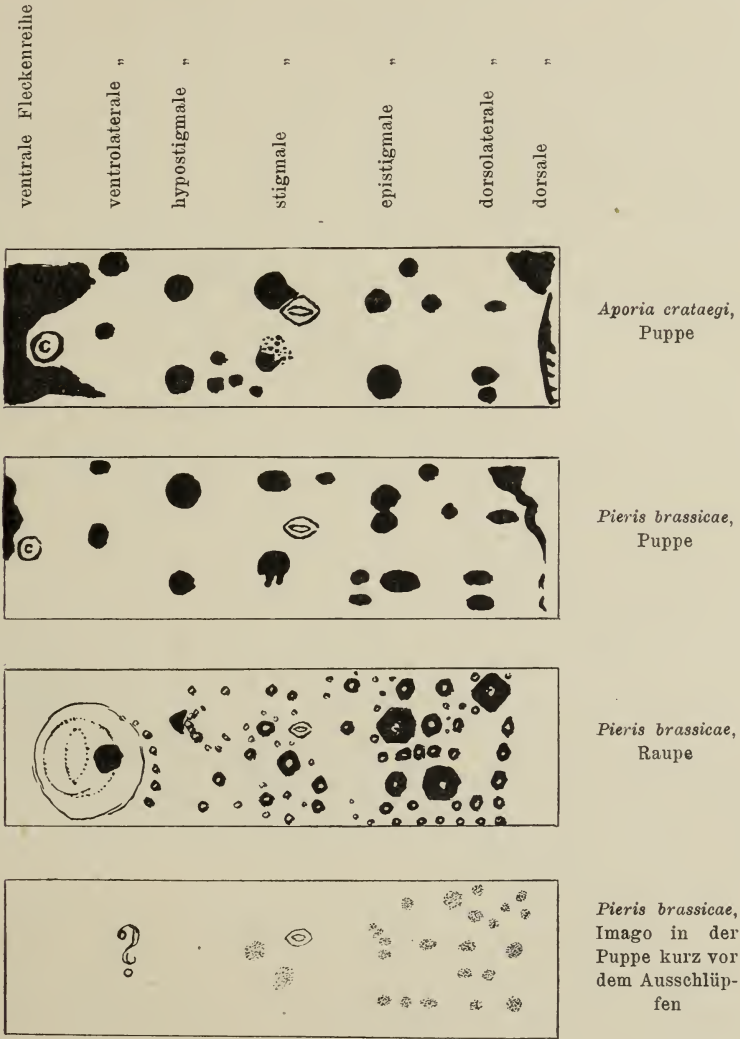
auch mit dieser Einschränkung läßt sich mit gutem Recht behaupten, daß regelmäßige Wiederholung eines und desselben Farbmusters auf der Reihe der Leibesringe, sowie in den Zellen der Flügelscheide, als ursprüngliches Merkmal aufgefaßt werden darf, daß hingegen Einfarbigkeit als ein durch sekundäre Modifikation zuwegegebrachter Endzustand zu betrachten ist. Nach dieser Auffassung hat sich die *Pieris-napi*-Puppe viel weiter von dem gemeinsamen Grundplan entfernt als die der *Pieris brassicae*, und muß die Puppe von *Gonepteryx rhamni* aus einem primitiveren Zustand abgeleitet werden, so wie er uns bei *Euchloë cardamines* vor Augen tritt. Als Beweis für diese Behauptung sei auf die Spuren von dunklen Flecken und Makeln bei den übrigens egal grünen Puppen der an erster Stelle genannten Arten hingewiesen, welche Spuren nur als letzte Andeutungen der viel größeren Flecken bei den damit vollständig ausgeschmückten Verwandten zu deuten sind. Der Grund dieser Rückbildung und Verfärbung läßt sich in diesen Fällen, wie bei den entsprechenden Raupen, leicht verstehen: die Puppen fallen dadurch weniger in die Augen, es liegt also schützende Nachahmung der Umgebung vor.

Durch die vergleichende Untersuchung der Puppenzeichnung bin ich zu der Überzeugung gelangt, daß als primitives Zeichnungsmuster für die Ringe des Körpers, die in regelmäßigen Längsreihen geordneten, sich auf jedem Ring wiederholenden Flecken gelten müssen. Die Zahl dieser Längsreihen ist bei verschiedenen Arten nicht dieselbe, aber als Grundzahl kann man deren sechs annehmen, die man als dorsale, dorsolaterale, epistigmale, stigmale, hypostigmale, ventrolaterale und ventrale unterscheiden kann. Die erstere und die letztere verlaufen in der Medianlinie, die anderen sind gepaart. Die Zahl der Flecken einer jeden Reihe auf jedem Ring beträgt eins, zwei oder höchstens drei, doch kann an Stelle eines einzelnen Fleckens eine Gruppe kleinerer vorkommen.

Die zu einer Reihe gehörigen Flecken können zu einem Streifen verschmelzen, und in dieser Weise kann eine Längsstreifung entstehen. Oder es verschmelzen die korrespondierenden Flecken benachbarter Reihen zu größeren, dunkelgefärbten Stellen, oder zu Querbändern.

Wenn nun aber diese bei den Imagines ermittelten Grundsätze sich als für den Charakter der Puppenzeichnung gültig herausstellen, so ist die Wahrscheinlichkeit groß, daß sie auch auf das Farbmuster der Raupen anwendbar sein werden. Dieser Auffassung gemäß wären also diejenigen Raupen, die eine sich auf jedem

Leibesring wiederholende Fleckenzeichnung aufweisen, als die am ursprünglichsten gezeichneten aufzufassen. Eine solche Art der Zeichnung besitzt z. B. die *Pieris brassicae*-Raupe, im Gegensatz zu



Figur 6.  
Fleckenzeichnung auf dem achten Leibesring.

jener der *Aporia crataegi* und der *Pieris napi*, bei welchen die Längsstreifung mehr in den Vordergrund tritt. Diese letztere gilt bei den Forschern, die sich bis heute mit der vergleichenden Untersuchung der Raupenzeichnung beschäftigt haben, als die Grundform,

aus welcher sich eine andere Zeichnung, im besonderen die Schrägstreifung der Splingidenraupen, durch die Annahme einer Auflösung der longitudinalen Streifen in Fleckenreihen, mit nachträglicher Verschmelzung der Componente benachbarter Reihen auf jedem Segment, herleiten lassen. Für die Schrägstreifung scheint mir in der Tat diese Erklärung die richtige, aber die Längsstreifung selbst möchte ich nicht als Grundform betrachten, sondern als durch Verschmelzung segmental sich wiederholender, in Längsreihen geordneter Flecken entstanden denken. Wenn bei zahlreichen Raupen aus dem jüngsten, einfarbigen, ungezeichneten Stadium unmittelbar ein längsgestreiftes hervorgeht, so dürfte dies meines Erachtens durch die Annahme einer Überspringung des gefleckten Zustandes zu erklären sein. Den längsgestreiften Raupenformen kann man ja andere gegenüberstellen, die nie longitudinale Zeichnung aufweisen, sondern von Anfang an gefleckt sind. Und bei vielen scheinbar der Länge nach gestreiften Raupen ergibt eine nähere Betrachtung, daß die Streifen nichts als Längsreihen dichtgedrängter Flecken sind. So ist es z. B. der Fall bei der Raupe von *Aporia crataegi*, deren Zeichnung also große Ähnlichkeit besitzt mit der von *Pieris brassicae*.

Besonders bemerkenswert scheint mir in dieser Hinsicht die regelmäßig gefleckte Raupe von *Zeuzera pyrina*, weil sie in Ästen von Fruchtbäumen verborgen lebt und deshalb, was ihr Farbenkleid betrifft, wahrscheinlich keine sekundären Veränderungen erlitten hat. Denn die durch jene Lebensweise hervorgerufenen Umbildungen laufen auf Farbenverlust hinaus, aber führen nicht zur Weiterentwicklung der Zeichnung. Auch die verwandten Hepialiden und Cossiden haben keine längsgestreiften sondern streng segmental gefleckte Raupen, bei denen die Zeichnung mehr oder weniger im Verschwinden begriffen ist.

Aber wie dem auch sei, jedenfalls hat man m. E. a priori das Recht zu behaupten, daß die Puppenzeichnung primitiver sein kann als diejenige der betreffenden Raupe, weil ja das Larvenstadium als solches sich weiter von der Urform der Gattung entfernt hat als die Chrysalis.

Zusammenfassend glaube ich behaupten zu dürfen:

1. Die Puppen von Pieriden, Papilioniden und Nymphaliden weisen nicht nur auf den Flügelscheiden, sondern auch auf dem ganzen übrigen Körper eine aus selbständigen Flecken zusammengesetzte Farbenzeichnung auf, der eine phylogenetische Bedeutung innewohnt, insoweit sie sich aus einem Grundplan herleiten läßt, der nicht nur diesen drei Schmetterlingsfamilien gemeinsam ist,



sondern sich auch in dem Farbenmuster ihrer Raupen und Imagines wiederfindet.

2. Bei den von mir näher untersuchten Arten stand sogar die Zeichnung der Puppen diesem gemeinschaftlichen Grundplan näher als diejenige ihrer Raupen und Imagines.

3. Die farbengeschmückten Lepidopterenpuppen geben uns in ihrer Zeichnung wahrscheinlich ein Bild des Farbenkleides bei den Ahnen der heutigen Tagschmetterlinge, und vielleicht selbst bei jenen noch flugfähigen Subimaginalformen, aus denen durch Immobilisation das Chrysalidenstadium, wie es heute allen Lepidopteren zukommt, hervorgegangen ist. Sie sind, was ihre Farben betrifft, auf einem ursprünglicheren Standpunkt stehengeblieben als die ungezeichneten, gleichmäßig chitinfarbigem Puppen der meisten Heteroceren und vieler Rhopaloceren. Diese haben m. E. ihre ursprüngliche Farbe infolge der verborgenen Lebensweise verloren.

4. Vor und während der Puppenhäutung zeigt sich bei allen Puppen, auch bei den ebengenannten chitinfarbigem, vorübergehend ein Zeichnungsmuster, das auf den Leibesringen einen anderen Charakter besitzt als auf den Körperanhängen, aber wahrscheinlich auf beiden Abschnitten nicht ohne phylogenetische Bedeutung ist.

5. Wohl zweifellos ist dies letztere der Fall bei der Entwicklung der Imago innerhalb der Puppenhaut. Nicht nur auf den Anlagen der Flügel, sondern ebensogut auf den Ringen von Thorax und Abdomen zeigt sich bis sehr kurz vor dem Ausschlüpfen eine provisorische Fleckenzeichnung atavistischer Natur, die selbst einen noch ursprünglicheren Charakter als die auf der Puppenhaut auswendig sichtbare besitzen kann. Diese provisorische Zeichnung steckt in der Haut und wird auf dem Imaginalleib durch die anfangs farblosen, sich schließlich ausfärbenden Schuppen und Haare überdeckt und verdrängt.

#### Diskussion:

Herr Prof. HEINCKE (Helgoland) macht darauf aufmerksam, daß die von dem Vortragenden dargelegte phylogenetische Bedeutung der Flecken- und Farbenzeichnung bei Schmetterlingen und die Möglichkeit sie auf einen Grundplan zurückzuführen, wohl als eine allgemeine Erscheinung bei allen Farbenzeichnungen von Tieren anzusehen sei. Er selbst hat dieselbe Erscheinung bei der Entwicklung der Flecken- und Farbenzeichnung verschiedener Fischfamilien, namentlich der Gadiden und Pleuronectiden, nachweisen können.

---

Herr Dr. Fr. Voss (Göttingen):

### Vergleichende Untersuchungen über die Flugwerkzeuge der Insekten.

#### Einleitendes.

In den nachfolgenden Ausführungen soll ein Gebiet von vielseitigen und großen Zusammenhängen berührt werden, an welche sich weitgehende Folgerungen anschließen lassen. Die Kenntnis vom Flugapparat der Insekten ist seit einiger Zeit in ein Stadium getreten, welches gestattet, einheitliche Gesichtspunkte aus zahlreichen Einzelbeobachtungen heraus zu gestalten und die prinzipielle Grundlage der in großer Formenmannigfaltigkeit vorliegenden Einzelkonstruktionen festzustellen. Eine Gesamtdarstellung über den Stand unserer Kenntnisse auf diesem Gebiete würde lohnend sein. Die Aufgabe an dieser Stelle ist es nicht, die erschöpfende Zusammenfassung einer Fülle von Einzelheiten zu einem Gesamtbilde zu geben; sie beschränkt sich vielmehr auf zwei Punkte:

a) Durch die Erörterung prinzipieller Dinge soll die allgemeine Lage des Problems nach seinem heutigen Stande entworfen, und es sollen somit die Wege angedeutet werden, welche eine weitere Erforschung des Tierfluges, speziell des Insektenfluges, zu gehen hat.

Die Rückständigkeit einer tiefergehenden Zusammenfassung der Erscheinungsformen des Insektenfluges gegenüber dem der Vögel beruht zunächst auf dem Mangel an einer vergleichenden Durcharbeitung der bisher schon vorliegenden Erkenntnisse, dem der Mangel einer Grundlage für die Ableitung allgemeingültiger Prinzipien entspricht. Gibt doch die Vergleichung der Flugwerkzeuge der Insekten untereinander, wie auch mit denen der Vögel, trotz aller Verschiedenheiten im einzelnen eine überraschende Übereinstimmung der Hauptfaktoren des Fluges. Indem dieser Vergleich von den beiden wohl großartigsten Konvergenzerscheinungen handelt, welche die Natur — und zwar durch aerodynamische Beziehungen — auf einer so überaus verschiedenen morphologischen Grundlage hervorgebracht hat, gibt er gerade bei näherem Eingehen auf die spezifischen Abweichungen der verschiedenen Systeme einen Einblick wiederum in die Grundelemente der Mechanik des Schwingenfluges nach der aerodynamisch-physikalischen Seite hin bis zu den technisch-konstruktiven Grundlagen. Die Einzelausführungen des Prinzips, welche ich in der nachfolgenden Darstellung als Modelle bezeichne, sind überall ver-

schieden. Das überall gleiche Grundprinzip führt zur begrifflichen Feststellung von drei Typen, Hauptformen von Flugapparaten bei Insekten.

Dieselben möchte ich mit dem nachfolgenden (vgl. S. 137) provisorischen Schema einführen, welches bezüglich des Insektenfluges heute bereits durchführbar erscheint.

Sodann bedarf es eines Hinweises darauf, in welcher Weise die gegenüber einer allgemeineren Durchdringung des Tatsachenmaterials vorerst noch klaffenden Lücken zunächst ausgefüllt werden müssen.

Ein nicht zu allerletzt bedeutsames Ziel bei der Fortführung solcher Arbeiten muß sein, zwei bisher ziemlich unvermittelt gegenüberstehende Gruppen von Forschern einander näherzubringen:

Der Biologe versteht die Gedankengänge und die Sprache des Technikers zu wenig, um den von dieser Seite bestehenden Bedürfnissen gerecht zu werden; der Techniker wiederum vermag sich nicht den vorliegenden anatomischen Sachverhalt der tierischen Konstruktionen zugänglich zu machen, welcher bei dem Mangel an zusammenfassenden Darstellungen in zahlreichen, der Natur der Sache nach oft umfangreichen, schwer lesbaren und ein längeres Detailstudium voraussetzenden Einzeldarstellungen vorliegt. Wie fruchtbar eine solche Bezugnahme beider Gruppen werden kann, haben die Nachahmung der Tragflächenverwindung durch WRIGHT, die Anwendung des Zanoniprinzip bei Drachenflugzeugen und die verbesserten Heckkonstruktionen bei Zeppelin-Luftkreuzern mit dem Erfolge einer beträchtlichen Erhöhung der Schnelligkeit — beides letztere auf eine Anregung AHLBORN'S (Hamburg) hin — gezeigt; in Frankreich bestehen seit einiger Zeit bereits lebhaftere Beziehungen zwischen beiden Gruppen.

Zwei Wege der Forschung eröffnen sich dem Zoologen in diesem Zusammenhange:

Untersuchungen, welche bis ins einzelste gehen, welche die Konstruktion eines einzigen tierischen Flugapparates erschöpfend behandeln und welche mit der morphologisch-topographischen Erkenntnis zugleich ein funktionelles Verständnis übersichtlich anbahnen.

Sodann die Darstellung allgemeingültiger Flugesetze bei Tieren auf dem Wege der Vergleichung morphologisch-topographischer und morphogenetischer Erkenntnisse in ihren morphokinematischen Beziehungen.

Dem Physiker ferner ist es anheimgegeben, die aerodynamischen Qualitäten der verschiedenen Flugflächen in den verschiedenen Phasen der Bewegung zu analysieren (Modellversuche), und der Techniker wird die gegebenen Konstruktionseinzelheiten auf ihre praktische Anwendbarkeit zu prüfen haben.

b) Das Wesen der Sache, um welche es sich in diesem Zusammenhange handelt, möge an einem einzelnen Beispiel dargelegt sein, an dem Vergleich zweier moderner Spezialarbeiten, welche die Analyse der Flugwerkzeuge zweier sehr verschiedener Insektentypen bis in feinste Einzelheiten durchgeführt und so für sich eine einheitliche Darstellung des Flugmechanismus angestrebt haben. Eine solche vergleichende Analyse nach morphokinematischen Gesichtspunkten setzt ein restloses Eindringen in die Einzelelemente der Konstruktion voraus. Die eine dieser Arbeiten handelt vom Flugmechanismus der Hausgrille, eines primitiven Geradflüglers als dem Vertreter einer morphologisch tiefstehenden Flugorganisation mit vielseitigster Komplikation der Einzelelemente<sup>1)</sup>. Die Analyse des Flugapparates der Hautflügler andererseits, welche nach verschiedenen Vorarbeiten älterer Autoren (an der Ameise *Myrmica*, an *Bombus*, *Xylocopa* *Polistes* u. a.) neuerdings von STELLWAAG<sup>2)</sup> an der Biene durchgeführt ist und von mir zurzeit einer Nachuntersuchung unterzogen wird, gibt Anhaltspunkte zur Beurteilung eines im morphologischen Sinne vereinfachten, abgeleiteten „höheren“ Typs. Obwohl meine Arbeiten in dieser Hinsicht noch keineswegs abgeschlossen sind, ermöglicht es ein solcher Vergleich dennoch schon jetzt, bei aller verschiedenartigen Vielgestaltigkeit der Einzelkonstruktionen eine prinzipielle Gleichheit dieser Einzelheiten bei beiden Typen festzustellen. Diese Feststellung auf morphologischer Grundlage allein erlaubt den homologen Teilfunktionen nachzugehen und die Analogien, welche ein völlig verändertes Flugbild uns dadurch vorführt, zu verstehen. Die Möglichkeit hierzu beruht aber auf der spezifisch kinematischen Natur und auf dem exoskelettalen Charakter der Gelenke bei den Insekten.

Mit diesen Worten soll die allgemeine Lage des Problems gekennzeichnet sein.

<sup>1)</sup> FR. VOSS, 1904/05: Über den Thorax von *Gryllus domesticus* mit besonderer Berücksichtigung des Flügelgelenks und dessen Bewegung. Zeitschr. f. wiss. Zoologie. Bd. 78.

<sup>2)</sup> FR. STELLWAAG 1910: Zeitschr. f. wissensch. Zoologie. Bd. 95. — FR. VOSS 1912: Referat der Arbeit STELLWAAGS im Zoolog. Zentralblatt Nr. 1058, S. 852 ff.

## Allgemeine Übersicht.

Im besonderen dürften für die Wege, welche neue Arbeiten einzuschlagen haben, folgende ältere und neuere Arbeiten als Grundlage bzw. als Ausgangspunkte und Anregung zu gelten haben:

a) Die Arbeiten AMANS'-Montpellier über die allgemeinen Homologien im Flugapparate der Insekten und über die allgemeinen Übereinstimmungen im Flugcharakter der Insekten und Wirbeltiere; ferner über die Geometrie der tierischen Flächen „Zooptère“, im speziellen der Begriff des Zweifächensystems, „dièdre“. Hierzu kommen zahlreiche morphologisch-anatomische Arbeiten, wie u. a. die von REDTENBACHER und COMSTOCK über das Flügelgeäder der Insekten.

b) Die zahlreichen Arbeiten AHLBORN'S über den Flug der Wirbeltiere, insbesondere über den Vogelflug, über die Stabilität der Flugapparate, den Schwebeflug, über die physikalische, speziell aerodynamische Wirkung der Flächengestalt und die Erkenntnis des „Schranken“prinzips. Die hier gegebenen Anregungen müssen der Erforschung des Insektenfluges dienstbar gemacht werden.

c) Feststellungen der speziellen Homologien in den äußeren thorakalen Bezirken der Insekten, welche auf einer Durcharbeitung und Verwertung der gegebenen Einzelheiten in morphokinematischem Sinne beruhen. Meine dahingehenden Arbeiten<sup>1)</sup> suchten als Vorarbeiten zunächst durch Aufdeckung bestimmter Gesetzmäßigkeiten im engeren Rahmen einer einzelnen bestimmten Organisation den Boden zu bereiten für eine allgemeinere Übertragbarkeit dieser Gesetzmäßigkeiten auf fernerstehende Organisationsverhältnisse, wie sie z. B. BERLESE<sup>2)</sup> sodann durchzuführen versucht hat.

d) Analysen der Flugapparate im einzelnen auf vergleichender Grundlage wie sie beispielsweise in den soeben genannten Arbeiten über *Gryllus domesticus* und *Apis* vorliegen. In dieser Richtung dürfte zunächst die Notwendigkeit einer gründlichen Durcharbeitung der einzelnen Typen und Modelle — die eben genannten nicht ausgenommen — liegen.

e) Untersuchungen physiologischer Art, welche seinerzeit von MAREY begonnen und in umfangreichem Maße durchgeführt wurden,

<sup>1)</sup> FR. VOSS 1904/05, 1912: Über den Thorax von *Gryllus domesticus*, I.—V. Teil. Zeitschr. f. wissensch. Zoologie. Bd. 78 u. 95. — FR. VOSS 1911: Morphologisches und Kinematisches vom Ende des Embryonalstadiums der Geradflügler in: „Verhandlungen der Deutschen Zoolog. Gesellschaft zu Basel“.

<sup>2)</sup> A. BERLESE 1909: Gli Insetti, Vol. I, Kap. VIII, S. 395 ff.

und wie sie noch neuerdings im Institut Marey in Boulogne sur Seine ausgeführt werden.

f) Mit Nachdruck muß auch die Bearbeitung der aerodynamischen Seite des Problems gefordert werden, welche auf dem Wege des Versuchs und der Berechnung den mechanischen und dynamischen Qualitäten der tierischen Flächen nachgehen soll.

Es würde sich hierbei um Modellversuche handeln, welche durch die neuerdings geschaffenen Modellversuchsanstalten ermöglicht sind; ferner z. B. um Überlegungen solcher Art, wie sie neuerdings E. ABRAMOWSKY<sup>1)</sup> über die aerodynamische Drucklinie im Insektenflügel angestellt hat; ohne allerdings vorerst zu genügend sichergestellten und ausreichend begründeten Ergebnissen gelangt zu sein.

Bei der Zusammenfassung aller genannten Gesichtspunkte liegt jedoch vor allem die Notwendigkeit einer einheitlichen Begriffsbildung, neuer Definitionen, der Schaffung einer einheitlichen Nomenklatur vor.

#### Vergleichende Betrachtungen über die tierischen Flugwerkzeuge.

Von jenen drei Faktoren des Fluges, welche als Energiequellen für die Flugbewegung dem fliegenden Tier zur Verfügung stehen, wird von den Vögeln wie von den Insekten die motorische Kraft des Flugapparates in hervorragendem Maße benutzt. Demgegenüber treten die bei Vögeln erheblicher wirksamen beiden anderen Faktoren bei den Insekten infolge ihrer geringen Masse in den Hintergrund, die Schwerkraft (Erdkraft) wird bei ihnen wenig, die lebendige Kraft des Windes (Luftkraft, Segelflug) fast gar nicht benutzt.

Bei der speziellen Betrachtung des erstgenannten Faktors läßt sich folgendes sagen: Wir unterscheiden ein aerodynamisches Problem, ein mechanisch-technisches Problem, sodann die Kraftquelle als energetisches Moment.

Bei der Behandlung des aerodynamischen Problem es im engeren Sinne kommt es auf die Analyse der Flächenform an nach der prinzipiellen Seite, Geometrie der Fläche, und nach der konstruktiven Seite, Materialfrage, anatomische Konstruktion. Sodann müssen hier die Schwerpunktsfragen u. a. behandelt werden.

<sup>1)</sup> Die dynamische Drucklinie am Insekten- und Vogelflug. Bericht f. d. k. Akademie d. Wissenschaft Stockholm; Deutsche Luftfahrer-Zeitschrift 1913, Jahrg. 17, Nr. 4.

Das mechanisch-technische Problem handelt von der Konstruktion des Bewegungsmechanismus, des motorischen Teiles der Maschine, und betrachtet zunächst die Gelenkkonstruktion hinsichtlich ihrer prinzipiellen und konstruktiven Seite mit der Förderung des funktionellen Verständnisses für dieselbe; damit im Zusammenhang sodann die Beziehung zur Muskulatur und die Verteilung derselben. Hier kommt es schließlich darauf an, den Gesamtapparat nach seinem allgemeinen kinematischen Verhalten zu verstehen, die allgemeine Kinematik des Thorax überhaupt, den Ausdruck derselben im Verhalten des Exo- und Endoskeletts.

Die Kraftquelle, beim Tierflug ein vitales Element, bedeutet ein physiologisches, speziell physiodynamisches Problem. Sie erfordert ein Studium der anatomischen Grundlagen, auf welchen sich die energetischen Leistungen der lebenden Muskel- und Nervensubstanz vollziehen, und der verschiedenartigen Äußerungen derselben je nach den Bedingungen verschiedener Beanspruchung, z. B. der Belastung, Luftströmung, nicht zuletzt der Psychologie des Fluges.

Es sollen an dieser Stelle die nur z. T. berechtigten Gründe nicht untersucht werden, welche zu der bisherigen Überschätzung der Bedeutung des Flugapparates der Vögel für praktische Zwecke gegenüber dem der Insekten geführt haben. Unberechtigt ist es jedenfalls, sich mit Schlußfolgerungen zu begnügen, welche auf einer mangelhaften Klarlegung der bereits vorhandenen Grundlage und auf einer mangelnden Perspektive für die Zukunft beruhen.

Bei einem Vergleich der Flugwerkzeuge der Vögel mit dem der Insekten läßt sich wie gesagt eine Übereinstimmung der fundamentalen funktionellen Tatsachen und Begriffe feststellen. Im einzelnen mögen von diesen die folgenden genannt sein:

Die allgemeine Geometrie der Flugflächen und die prinzipielle Zusammensetzung der letzteren aus einzelnen Bausteinen, welche das Prinzip des Zweifächensystems „dièdre“ vorführen. Es wird ein großes „dièdre“ von einem System kleinerer unterschieden, welches letztere bei den Insekten im Faltensystem des Flügels, einer kontinuierlich zusammenhängenden Fläche gegeben ist, bei den Vögeln in den isolierten Federn wiederkehrt.

Die Unterscheidung von Regionen führt in beiden Fällen zu gleichbedeutenden Analogien: das Kostalfeld ( $f_1$ ) der Insekten ist in seiner Bedeutung als vorwiegend terminal wirkende propulsive Schlagfläche und als in hohem Maße aktiver Teil den Handschwingen der Vögel gleichzusetzen. Das Analfeld in seiner vorwiegenden Bedeutung der Gleit- bzw. Tragfläche ( $f_2$ ) kehrt bei den Vögeln im

System der Armschwingen wieder. Die mit letzteren gegebene basale Schlagwirkung ist bei schlechten Fliegern erheblich, ist aber bei guten Fliegern allmählich auf eine mehr passive Rolle beschränkt<sup>1)</sup>. Die Trennung beider Flächenarten, welche im Flügel der Insekten durch eine scharf ausgeprägte Depression der Flügeloberfläche im Bereiche der konkaven VIII. Ader, Subcubitus anatomisch konstant ausgeprägt ist, läßt sich auch im Vogelflügel begrifflich feststellen. Schließlich ist der 3. Flügelabschnitt der Anallobus  $fl_3$  bei den Insekten dem Schulterfittich der Vögel auch hinsichtlich seiner geringen funktionellen Bewertung gleichzustellen.

Das System der „Schranke“ in AHLBORN'S Sinne, welches sich schon in den Teilbezirken des Flügels (Feder- bzw. Faltensystem) feststellen läßt, zeigt sich im ganzen durch die funktionelle Gleichwertigkeit des Schränkfittichs (= Daumenflügels) der Vögel mit der mittleren bis basalen Pronation des Kostalfeldes der Insekten dargestellt.

Die Elastizität des Materials an sich und in der Anordnung der Zweiflächensysteme, der Bau und die Biegung der Flügelrippen bzw. Federschäfte, die konstante, d. h. anatomisch gegebene Torsion des Ganzen und der Teile sind in beiden Fällen einander durchaus entsprechende Dinge.

Die mit der Bewegung der Fläche gegebene veränderliche Torsion, welche u. a. zu der Erscheinung der Achtfigur im Flügel Schlag führt, ist sowohl bei Vögeln wie bei Insekten ein Hauptcharakter der Flügelbewegung.

In allem zeigen sich die in beiden Gruppen der Schwingenflieger gleichartigen Äußerungen der aerodynamischen Bedingungen für bewegte Fläche und Widerstand in ihrem Verhältnis zueinander. Dies läßt den Versuch berechtigt erscheinen, die von AHLBORN aufgestellten vier Typen des Vogelfluges auch auf die Flugarten der Insekten zu übertragen.

Auf der anderen Seite wiederum sind die zwischen Vögeln und Insekten bestehenden mehr mechanisch funktionellen Verschiedenheiten der anatomischen Grundlage von Interesse und für eine Beurteilung ihrer Beziehungen zu den Bewegungsarten in beiden Gruppen bedeutsam.

Die stereotype (obligatorische) Bewegungsart der Insektenflügel tritt in auffälligen Gegensatz zur fakultativen Flügelhaltung und

<sup>1)</sup> Vgl. G. LILIENTHAL, Der geheimnisvolle Vorwärtzug. 1913. Zeitschr. f. Flugtechnik u. Motorluftschiffahrt, Jahrg. IV, Heft 11.



zur Flügelbewegung bei Vögeln, welche sich höchst willkürlich und wechselnd gestalten kann.

Die gegenüber derjenigen der Vögel ganz anders geartete Bewegungsart der Insektenflügel, welche hinsichtlich der Frequenz als Schwirrflug eine höchst gesteigerte Flatterbewegung bedeutet, läßt sich eben aus der Notwendigkeit ihrer stereotypen Wiederkehr mit dem spezifischen Gelenkbau des Insektenflügels in Einklang bringen. Führt ferner einerseits der Mangel an Schwebevermögen bei den Insekten infolge des geringen absoluten Gewichts und infolge der mangelhaften Stabilisierung zugleich mit der Kleinheit der Flugflächen zu motorischen Höchstleistungen nach Kraft, Frequenz und Amplitude des Flügelschlages und zu äußerster Materialbeanspruchung, so bleibt dieser Schwirrflug der Insekten hinsichtlich des Flugbildes andererseits nicht ohne Berührungspunkte mit dem Flug bei Wirbeltierfliegern, wie z. B. die Fälle der Flatterbewegung mit geringer Frequenz bei einem Teil der Lepidopteren (Rhoploceren u. a.) zugleich mit einer mehr oder weniger ausgesprochenen Fähigkeit zum Gleitflug und die Fälle des Schwirrfuges mit gesteigerter Frequenz bei dem Kolibri im Vergleich mit dem Flugbilde der Sphingiden zeigen.

Innerhalb des soeben angedeuteten Rahmens allgemeiner Beziehungen mögen nun die hauptsächlichsten Gesichtspunkte angeführt werden, welche insbesondere bei einem Studium des Insektenfluges auf dessen anatomischer Grundlage maßgebend sind.

#### Allgemeine Betrachtungen über den Flugapparat der Insekten.

Die Insekten zeigen als Schwingenflieger die Einheit von Propeller und Tragfläche. Abweichungen von diesem Grundsatz sind bei Coleopteren bis zu einem gewissen Grade angestrebt.

Bei dem Versuche einer aerodynamischen Definition in aerodynamisch-mechanischem Sinne mag ein durch AHLBORN bei dem Studium der Vögel hervorgehobenes Moment hier für die Insekten besonders betont werden:

Kleinflügelige Tiere mit hoher Bespannungszahl und großer Frequenz der Flügelschläge, selbst bei hoher Fluggeschwindigkeit.

Als motorische Besonderheit muß die auf der exoskelettalen Natur des Flügelgelenks der Insekten beruhende Zwangläufigkeit der Scharniergelenke betont werden. Dieselbe bedeutet, daß ein Teilmechanismus bzw. die mit ihm verknüpfte Teilbewegung *b* nicht eintreten kann, bevor die Funktion des Teilmechanismus *a*

voraufgegangen ist; sie gestattet also eine Ablesbarkeit der Teilmechanismen in ihrer gegenseitig sich bedingenden Aufeinanderfolge an den Einzelheiten des Skeletts. Dieses Prinzip, welches bei niederen Flugtypen im höchsten Maße ausgeprägt ist, erleidet bei den höheren Typen das Prinzip selbst nicht einschränkende Veränderungen bzw. Vereinfachungen. Die bei niederen Typen gegebene morphologische Grundlage enthält eine Summe vielfacher und vielseitiger Einheiten bzw. Teilmechanismen, an welche die Ausgestaltung der höheren Typen gemäß der aerodynamisch-mechanischen Beanspruchung elektiv anknüpft. Niemals werden dabei die einheitlich bleibenden allgemeinen Grundzüge der Organisation und des Mechanismus verwischt, wie man es vielfach annehmen zu müssen geglaubt hat. Aufgabe der speziellsten vergleichend-anatomischen Methodik ist es, dies zu zeigen, nicht minder auch, wie sich bis in die kleinsten Einzelheiten hinein bei mannigfachen Abänderungen aus dem Widerspiel zäh festgehaltener morphologischer Gestaltung der Teile mit den Anforderungen spezieller kinematischer Vorgänge ein Rückschluß auf die funktionellen Besonderheiten der Teile machen läßt:

Die Übereinstimmungen (Kongruenzen) erscheinen als Konvergenzerscheinungen auf dem Boden der einheitlichen aerodynamischen und motorischen Grundlage, die Verschiedenheiten in den Abweichungen der einzelnen Typen bzw. Modelle.

Es ergibt sich also für die Betrachtung der verschiedenartigen Flugapparate der Insekten eine Stufenfolge von niederen Organisationen aus:

#### a) Niedere Typen.

Der morphologische Charakter liegt in der Komplikation der Einzelmechanismen, wie sie im Skelett und in der Muskulatur veranschaulicht wird. Er gestattet aber andererseits eine Durchsichtigkeit der Mechanismen etwa zu Zwecken der Rekonstruktion.

Als weitere Eigentümlichkeiten mögen u. a. ein gewisser Mangel an Massenkonzentration, die relativ geringe Flügelbespannung, die vergleichsweise geringe Frequenz und Amplitude des Flügelschlages, die relativ zur Fläche große Last hervor gehoben werden.

Die im Vergleich zu den höheren Typen im allgemeinen erheblichere absolute Größe der Flächen in ihrer Beziehung zur geringen Frequenz und Amplitude läßt die Wirkung der Fläche als Trag- und Gleitfläche mit besonderer Ausbildung des proximalen

basalen Teiles vorherrschen, und der ganze Apparat nimmt als ein System bewegter Gleitflächen die niedere Stufe des Motor-gleitfliegers ein.

Von dieser Stufe aus ergeben sich zwei Wege:

#### b) Höhere Typen.

Der morphologische Charakter der mit diesen hervorgebrachten Flugwerkzeuge lautet: Vereinfachung der Gelenke und der Muskulatur. Dieselbe hat eine Vereinfachung, aber auch eine geringere Durchsichtigkeit der Mechanismen zur Folge. Jede dieser beiden speziellen Richtungen nimmt je für sich Teilmechanismen auf, welche in der allgemeinen morphologischen Grundlage des niederen Typs nebeneinander lagen, und gestaltet sie in einseitiger Richtung aus.

Es war bisher üblich, alle Erscheinungen des Insektenfluges mit der Unterscheidung direkter und indirekter Flügelbewegung in zwei Schemata zu pressen. Daß eine solche unvermittelte Gegenüberstellung das Wesen der Sache nicht erschöpfend trifft, sondern daß sie nur teilweise, und auch dann nur mit gewissen Einschränkungen Gültigkeit hat, zeigen das Verhalten der Geradflügler, bei welchen beide Mechanismen gleichwertig nebeneinander gehen, das Verhalten der Biene, bei welcher sich u. a. ein großer direkt wirkender Muskel vorne am Kostalgelenk (vgl. Fig. 4, bei ms 1 dessen Sehne) am Flügelschlag beteiligt, das Verhalten schließlich der Libellen, bei denen zum Teil der dorsale indirekte Flügelsenker nicht fehlt und bei denen die mediale Dorsoventralmuskulatur morphologisch den indirekt wirkenden Flügelhebern der übrigen Insekten entspricht.

Während nun die Libellen eine mit einem gewissen hohen Grade der Vervollkommnung verknüpfte spezielle Entwicklungsrichtung einhalten, welche an sich und auch in palaeontologischer Hinsicht von Interesse ist, bahnt sich in der großen Stufenfolge der Organisationsverhältnisse bei der Mehrzahl der übrigen Insekten von den Geradflüglern aus die Ausgestaltung des höchsten Typs der Flugwerkzeuge an, welcher bei den *Hymenoptera* und *Diptera* zur Vollendung kommt.

Der morphologische Charakter dieser höchsten Typen liegt außer den vorgenannten Merkmalen in der Vorherrschaft des indirekt wirkenden Flügelsenkers.

Als weitere Besonderheiten mögen genannt sein: hohe Massenkonzentration, große Flügelbespannung mit höchster Kraft, Frequenz und Amplitude des Flügelschlags, als deren Korrelat die geringe

absolute Flächengröße erscheint. Bei der Abnahme der absoluten Größenzahlen für Last und Flächeninhalt trifft im allgemeinen eine relativ geringere Flächenbelastung mit absoluter Gewichtsabnahme, d. h. Abnahme der Körpergröße zusammen, so daß also für die motorische Höchstleistung nicht etwa die Notwendigkeit des Ausgleichs einer erhöhten Belastung der Flächeneinheit, also verminderter Tragkraft der Fläche, geltend gemacht werden kann.

In noch keineswegs geklärtem Zusammenhange mit allen diesen Faktoren und unter vorherrschender Beteiligung des distalen terminalen Flügelabschnittes ergibt sich im „Schwirrflug“ eine hohe Stufe der Propellerwirkung; die nur auf sehr äußerlichen Analogien beruhende, bisher fälschlich angewandte Bezeichnung als „Schrauben“flug muß als unwissenschaftlich verworfen werden. Der Typ ist daher sinngemäß als „Schwirrfieger“ zu bezeichnen.

Daß unter allen angedeuteten Verhältnissen die einheitliche morphologische Grundlage auch in Einzelheiten als der Ausdruck der überall gleichartig wirksamen Hauptbedingungen des Fluges überall wiederkehrt, und daß in den Abweichungen der Detailkonstruktion unschwer die spezifischen Besonderheiten des Flugmechanismus sich verfolgen lassen, läßt sich — als Erweiterung und Vertiefung der bereits von AMANS (1885) gegebenen allgemeinen Übersicht — an einem bis in letzte Einzelheiten durchgeführten Vergleich des Flugapparates von *Apis* mit *Gryllus* zeigen.

Auf diesen beziehen sich die beigegebenen Figuren mit einer meinen früheren Publikationen entsprechenden gleichlautenden Bezeichnungsart.

Bei allen solchen Vergleichen ist eine strenge Beachtung der morphologischen Anforderungen an die topographische Ausgestaltung der Organisation gegenüber dem umgestaltenden Streben funktioneller Beanspruchung geboten. Eine allgemeine in der Längsrichtung des Körpers angestellte Betrachtung der Chitinbezirke des flügeltragenden Thorakalsegmentes und des Flügels, welche bei ausgebreitet gedachtem, horizontal vorgeführtem Flügel vorn beginnt und nach hinten fortschreitet, ergibt vier gesondert aufzufassende Bezirke:

a) Das Kostalfeld  $f_1$ , mit den zugehörigen vorderen Bezirken des tergalen und pleuralen thorakalen Stammteiles und des Gelenkbereichs  $ph_2(ph_1)$ ,  $t_1$ ,  $t_2$ ,  $a_1$ ,  $cg$ ,  $ep$ ,  $pl_1$ .

b) Die Kinematische Linie der dem Konkavadersystem zugehörigen VIII-Ader, Subcubitus im Sinne REDTENBACHERS, welche als der Ausdruck wichtiger funktioneller und kinematischer Vorgänge und Beziehungen überall mit größter Zähigkeit festgehalten wird

und welche nicht nur dem Flügel, sondern auch dem gesamten angeschlossenen Thorax ein festes Gepräge gibt.

Dieser kinematischen Hauptzone der Flügelbewegung gehören spezielle Flügelgelenkteile  $b$ ,  $a_2$ ,  $th$ , eine ausgeprägte tergale Depressionszone  $ed$  und die Pleuralleiste  $lp$ ,  $pk$  der thorakalen Seitenwand an.

c) Das Analfeld  $fl_2$  mit den zugehörigen hinteren Bezirken des tergalen und pleuralen Stammteiles des Thorax und des Gelenkbereichs  $t$  (scutellum) mit  $dt_1$ ,  $a_3$ ,  $ag$ ,  $p_1$ ,  $p_2$ ,  $pl_2$ .

d) Der Anallappen, Anallobus  $fl_3$ , gelenklos mit schmalen, ihm angeschlossenen Zonen des hinteren Thorax verbunden, an sich ohne kinematische Besonderheiten; in einzelnen Fällen tritt der tergale Abschnitt durch eine besondere Ausprägung hervor. Der Gesamtbezirk führt als thorakaler Hinterrandsbezirk in die Intersegmentalhaut über, als deren bedeutsames tergales Teilstück allerdings das durch hervorragende kinematische Beziehungen ausgezeichnete hintere Phragma  $ph_2$  ( $ph_3$ ) in oft mächtiger Entwicklung vorherrscht. Funktionell gehört es aber dem an das Analfeld  $fl_2$  angeschlossenen hinteren Tergalbezirk an.

II. In der Querrichtung des Körpers trifft man 6, begrifflich zunächst gesondert zu betrachtende Bezirke des Flugapparates an.

1. Die pleuralen-pleurotergalen Stammbezirke der thorakalen Seitenwand, das Episternum  $pl_1$ , die Pleuralleiste  $lp$ , das Epimeron  $pl_2$ .

2. Den pleurotergalen, nicht als Duplikatur auftretenden Gelenkbezirk der thorakalen Seitenwand, das Episternalgelenk  $ep$ , den Pleuralgelenkkopf  $pk$ , die vordere und hintere Epimeralgelenkplatte  $p_1$ ,  $p_2$ .

3. Die Gelenkzone der Flügelduplikatur. Das Kostalgelenk  $cg$ , das Mittelgelenkstück  $b$ , das Analgelenk  $ag$ . Die Gelenke treten demgemäß als Duplikaturen auf.

4. Die Flächenzone der Flügelduplikatur. Kostalfeld  $fl_1$ , das Gebiet der VIII-Ader, Analfeld  $fl_2$ , Anallobus  $fl_3$ .

5. Den tergalen, nicht als Duplikatur auftretenden Gelenkbezirk der Rückenplatte, die isolierten Tergalgelenkplatten  $a_1$ ,  $a_2$ ,  $a_3$  vordere, mittlere, hintere.

6. Den tergalen Stammteil des Thorax mit seinem speziellen kinematisch begründeten Relief und seinen seitenrandständigen, kontinuierlich angeschlossenen Gelenkvorsprüngen; im einzelnen: Scutum  $t_1$ , Scutellum  $t$ , Praescutum  $t_2$  (vorderer Scutalhaken), Postscutum  $tp$ , Tergalhebel  $th$  (hinterer Scutalhaken), der Vorsprung der

seitlich-tergalen Depression bei  $dt_1$ , des Scutellum (Scutellarfortsatz), der Vorsprung, auf welchen sich die hintere Tergalgelenkplatte  $a_3$  stützt, die Depressionszone bei  $dt_1$  und in  $ed$ . Schließlich die beiden Phragmen  $ph_1(2)$  und  $ph_2(3)$ . Daneben kommen noch weitere untergeordnete Teilmechanismen in Betracht, denen wir hier nicht weiter nachgehen.

Diesen Unterscheidungen läßt sich auch die Muskulatur in einer durch ihre Natur beschränkten Weise zuordnen.

Das sind also zunächst theoretisch 24, im Bauplan des Skeletts gegebene Einzelfaktoren, von denen praktisch nur 20 in Betracht kommen. Dieselben haben als morphologisch begründete, prinzipielle funktionelle Grundelemente für den Aufbau eines Flugapparates der Insekten zu gelten, von deren Unterscheidung in jedem Einzelfalle zunächst ausgegangen werden muß. Unter den verschiedenartigsten Spezialfällen ist in jedem Einzelfall nachzuforschen, ob sämtliche Teilmechanismen vorhanden sind; sollte dies mehr oder weniger nicht der Fall sein, so liegt die Notwendigkeit vor, den einzelnen Teilausfall oder die Umänderung des jeweilig gegebenen Einzelmoments funktionell zu begründen. Die nachstehende Tabelle gibt eine Übersicht über diese 20 (24) in Betracht zu ziehenden Einzelfaktoren der Flugerscheinungen, die motorischen (Gelenke) bzw. aerodynamischen (Flugfläche) Teilmechanismen, über deren Verhalten zueinander, über deren Aufeinanderfolge in der Gesamtheit des Flugbildes Rechenschaft abzulegen ist.

		II quer					
		1	2	3	4	5	6
I längs	a	$pl_1$	$ep$	$\begin{matrix} cg \\ (I + III) \end{matrix}$	$fl_1$	$a_1$	$ph_1(2) \begin{matrix} t_1 \\ \text{u. } t_2 \end{matrix}$
	b	$lp$	$pk$	$b$	VIII Subcubitus	$a_2$	$th + (ed)$
	c	$pl_2$	$p_1 + p_2$	$ag$	$fl_2$	$a_3$	$t + dt_1$ (scutellum)
	d	Intersegmentalhaut			$fl_3$	gelenklos	$tp$ mit $ph_2(3)$

Tabelle für die kinematischen Grundelemente, die hauptsächlichlichen Teilmechanismen in den Flugwerkzeugen der Insekten.

Die unter Ia—c genannten Elemente sind die wichtigsten; sie müssen sich überall nachweisen lassen, bzw. wenn Vereinfachungen durch den Zusammenschluß einzelner Teilelemente vorliegen, prinzipiell

verfolgen und in ihrem veränderten Verhalten begründen lassen. Die an den Anallobus  $\mathcal{A}_3$  angeschlossenen Elemente können mit Ausnahme des 6. (vgl. oben S. 129) vernachlässigt werden, da sie für das Wesen des Fluges nicht von Bedeutung sind und als Restbestände ehemaliger, am Thorax gelenklos ansetzender, aktiv nicht beweglicher Gleitflächen einen Hinweis darauf enthalten, welche Wege die phylogenetische Entwicklung gegangen sein mag.

Gelangt man in solcher Weise zu einem Vergleich der Typen und Modelle untereinander, so haben dabei hinsichtlich des Chitinskeletts folgende Gesichtspunkte zu gelten: Die morphologische Konstanz der Chitinteile ist unter veränderten funktionellen Bedingungen sehr gering. Man kann daher in kinematisch veränderten Bezirken eine Wiederkehr bestimmter Chitinteile an sich überhaupt und nach ihrer speziellen Form nicht ohne weiteres erwarten. Ein Beispiel dafür bietet der Flugapparat der Libellen. Dagegen zeigt es sich, daß bei homologen Funktionen in weitgehendem Maße die Homologie der chitinösen Einzelemente gewahrt bleibt, wenn auch nach Maßgabe der funktionellen Energie und Richtung derselben in der speziellen Ausmodellierung der Teile beträchtliche Abweichungen festgestellt werden müssen.

Dies soll in folgendem gezeigt werden. Das Chitinskelett ist eben eine Folgeerscheinung unmittelbarer Muskelwirkung und mittelbar ihm durch solche übertragener kinematischer Beziehungen <sup>1)</sup>; es muß daher nach diesen beurteilt werden. Dementsprechend finden bei erhöhter Leistungsfähigkeit der Flugwerkzeuge folgende allgemeine Veränderungen im Exoskelett statt: Änderungen nach Maßgabe der Konzentration des Schwerpunktes und der des motorischen Effektes; stärkere Chitinisierung im allgemeinen Aufbau des Thorax, insbesondere aber in solchen Bezirken, welche speziell in erhöhtem Maße mechanisch beansprucht sind. Im Endoskelett treten nach gleichen Bedingungen weitgehende innere Verwachsungen der Segmente, Ausbildung starker Leisten und Vorsprünge, besonders der Phragmen, ferner der dem Muskelansatz dienenden Chitinsehnen und der Ligamente auf. Die Muskulatur als bedingender Ausgangspunkt solcher vergleichender Betrachtungen soll in vorliegendem Zusammenhange, welcher es mit den Endprozessen der Muskelwirkung zu tun hat, vernachlässigt werden; sie gilt natürlich als gleichlautende Voraussetzung.

<sup>1)</sup> Vgl. die bereits von mir in den „Verhandlungen der Deutschen Zoologischen Gesellschaft“ zu Basel 1911 i. c. aufgestellten Grundsätze.

Nun zeigt es sich, daß die allgemeinen funktionellen Vorbedingungen bei den verschiedenen Typen gleichartig — wenn auch im einzelnen verändert — wiederkehren und daß dementsprechend auch die Bezirke des Flügels und die einzelnen Teile der Gelenkkonstruktion im allgemeinen übereinstimmen. Wir betrachten dies an einem Vergleich der Flugwerkzeuge der Typen, dem der Grille und dem der Biene.

### Spezieller Vergleich zweier Typen.

[Typ I *Gryllus domesticus (campestris)* und Typ II *Apis mellifica*.]

Der nachfolgende Vergleich ist allgemein gehalten; er bezieht sich durchaus auf die beigegebenen Abbildungen, welche bei der dem Vortrag nebenhergehenden Demonstration durch besondere schematische Darstellungen erläutert waren. Die Abbildungen stellen die bei *Apis* einerseits, bei *Gryllus domesticus* und *campestris* andererseits gegebenen Verhältnisse dar. Obwohl der Vergleich speziell von zwei flugfähigen Tieren handelt (*Apis* und *Gryllus domesticus*), so wurde die bildliche Darstellung des zerlegten Gelenkbezirkes der flugunfähigen *Gryllus campestris* (Fig. 2) gegeben, da dort die in natürlicher Färbung dunkel schwarzbraunen Gelenkteile ohne besondere Färbemittel scharf hervortreten und sich für die photographische Aufnahme besser eignen, als die schwach gelblichbraunen von *Gr. domesticus*. Der Flugapparat ist zwar rückgebildet, was sich in der Reduktion der Phragmen und in veränderten Proportionen der einzelnen Teile zeigt. Die Veränderungen sind aber nur quantitative und geben, da sie die prinzipielle Grundlage nicht berühren, zu Bedenken für die Vergleichung keinen Anlaß.

Bereits der Vergleich des Gesamtbildes der Typen läßt eine allgemeine Ähnlichkeit der beiden Flugapparate auffallen. Insbesondere erscheint die Übereinstimmung der Gesamtkonfiguration bei einem Vergleich des Elytron der Grille mit dem Vorderflügel der Biene infolge der bei ersterem vorliegenden Rückbildungen bzw. Konzentration des Gelenks gesteigert (vgl. hierzu Voss 1904 l. c. Tafel XVI, Fig. 11 mit STELLWAAG 1910 l. c. Tafel XX, Fig. 16).

Unterschiede im Bau des Thorax ergeben sich nach den vorangestellten Gesichtspunkten zwischen beiden Typen bei der Biene in der massigeren Entfaltung des Chitinskeletts als Begleiterscheinung der sehr erhöhten mechanischen Beanspruchung. Insbesondere das scharf und federnd beweglich gegen den vorderen Teil der Rückenplatte, das Scutum  $t_1$ , abgesetzte Scutellum,  $t$ , zeichnet sich mitsamt



dem enorm entfalteten hinteren Phragma  $ph_2$  (vgl. mit  $ph_3$  bei *Gryllus*) durch seine kräftige Entwicklung bei der Biene aus, und beide Teile sind stark gewölbt.

Der ventrale und seitliche Thorax ist bei der Biene ein festverbundenes Ganze, während bei *Gryllus* die freie Beweglichkeit intersegmentaler Verbindung  $tv$  vorherrscht (vgl. l. c. 1912, S. 592). Die verschiedenen Gruppen der einzelnen Gelenkteile und Flügelbezirke lassen sich nun leicht unter Benutzung der auf S. 130 gegebenen Tabelle nach den vorangestellten Grundsätzen in Übereinstimmung bringen. Folgendes mag ganz besonders hervorgehoben sein.

Im tergalen Thorax ist der Gegensatz des auf das Kostalgelenk  $a_1$ ,  $cg$  bezüglichen skutalen Teiles  $t_1$ , zu dem auf das Analgelenk  $a_3$  bzw.  $ag$  bezogenen skutellaren Teiles  $t$  bei der Biene scharf ausgeprägt. Die bei *Gryllus* durch eine endotergale Leiste  $ed$  angedeutete und in der seitlichen Depressionszone zu  $dt_1$  fortgeführte Unterscheidung ist bei *Apis* durch einen scharfen tergalen Einschnitt und eine seitliche, nur membranöse Trennungszone vollendet. Dies erlaubt bei der Biene die in der Präparation (vgl. Abb. 4) durchgeführte Abtrennung beider Bezirke voneinander. Beide tergalen Bezirke wirken bei *Gryllus* zwar je für sich auf die angeschlossenen Bezirke des Flügels  $cg$ ,  $fl_1$  bzw.  $ag$ ,  $fl_2$  ein, nicht aber ohne Vermittlung des zwischengestellten Mittelgelenkstüekes  $b$  über  $a_2$ . Bei der Biene erfolgt die Übertragung der durch den tergalen Thorax gegebenen Funktionen von beiden Bezirken ( $t_1$  und  $t$ ) aus ausschließlich über den entsprechenden Teil, den Wurzelstift  $a_2 + b + a_1$ ; dies bedeutet eine Konzentration der vergleichsweise enorm erhöhten motorischen Energie auf einen Punkt, von welchem aus sich die Einzelfunktionen wieder auf die beiden Flügelbezirke verteilen.

Aus allem dem geht die hohe Bedeutung des Skutellarmechanismus bei der Biene hervor, zumal demselben die gleichzeitige Mitbewegung des ganzen Hinterflügels sekundär übertragen ist (vgl. die Flügelhaken bei der Biene). Der Skutellarfortsatz  $dt_1$  verbindet sich bei der Biene an gleicher Stelle mit dem Wurzelstift  $b$ , an welcher bei der Grille der entsprechende seitliche Fortsatz des Tergits mit der mittleren Tergalgelenkplatte  $a_2$  zusammen trifft (Ligament). Diese, die vordere Tergalgelenkplatte  $a_1$ , nebst dem Mittelgelenkstück  $b$  bei der Grille sind gleichbedeutend, d. h. homolog dem Wurzelstift der Biene. Die Übereinstimmung zwischen beiden geht so weit, daß im Wurzelstift der Biene nicht nur die nach vorn angeschlossene, zum Kostalgelenk  $cg$  überleitende vordere

Tergalplatte  $a_1$  der Grille wiederkehrt, sondern im Stiftfortsatz der Biene auch der zum Skutum ( $t_1$ ) in charakteristischer Weise bezugnehmende seitliche Fortsatz von  $a_2$ . Letzterer wird bei *Gryllus* von 3 tergalen Vorsprüngen umschlossen: Zwei derselben geben am vorderen bzw. hinteren Ende der mittleren Tergalgelenkplatte  $a_2$  von unten her 2 Unterstützungspunkte ab, und zwar ruht die Platte hinten auf dem soeben besprochenen Skutellarfortsatz  $dt_1$ , vorn auf einem präskutalen Vorsprung  $t_2$  (vorderer Skutalhaken der Biene), welcher als Endpunkt einer seitlich tergalen Vorderrandsdepression erscheint. Der dritte Vorsprung, der Tergalhebel  $th$  (hinterer Skutalhaken der Biene), greift derart über den Fortsatz von  $a_2$  (Stiftfortsatz der Biene), daß sich die mittlere Tergalgelenkplatte  $a_2$  mitsamt dem angeschlossenen Mittelgelenkstück  $b$  bei einem Druck von oben in einer Art Schaukelbewegung in ihren beiden Unterstützungspunkten  $t_2$  und  $dt_1$  dreht und am Außenrande (Flügelhebung) gehoben wird.

Bei der Biene erkennt man, daß das entsprechende Gelenkstück, der Wurzelstift ( $b + a_1, a_2$ ), wie er hinten auf dem Skutellarfortsatz ( $dt_1$ ) ruht, vorn in ähnlicher und homologer Weise von den beiden Skutalhaken umgriffen wird, deren unterer vorderer  $t_2$ , gleichfalls am Ende einer präskutalen Seitendepression, dem oberen  $th$ , dem Tergalhebel bei *Gryllus*, gegenübersteht. Dieser Mechanismus spielt sich in beiden Fällen innerhalb einer tergalen Gelenkbucht ( $tb$ , 1904. *Gryllus l. c.*) ab. Die Gesamterscheinung der verglichenen Bezirke beider Typen läßt bei der Biene zweierlei deutlich hervortreten: Einmal die Konzentration des bei *Gryllus* auf eine langgestreckte tergale Seitenrandlinie verteilten Gelenkbezirks, sodann die Massentwicklung des tergalen Thorax gegenüber diesem konzentrierten Flügelgelenk, in welcher sich leicht die Ansprüche der Energie und der Frequenz der Schlagwirkung veranschaulichen lassen.

Ein zweiter wichtiger Gesichtspunkt bei der allgemeineren vergleichenden Beurteilung des Gelenkmechanismus beider Typen knüpft an die Flugflächen selbst mit ihren Gelenken an. In beiden Fällen, bei der Biene noch mehr als bei der Grille, wird die Bewegung des Flügels von dem soeben betrachteten Mechanismus der Rückenplatte aus über das Mittelgelenkstück (Wurzelstift)  $b$  (mit angeschlossener mittlerer Tergalgelenkplatte  $a_2$ ) hinaus eingeleitet.

Schon bei der Grille erfolgt durch geeignete Vorrichtungen die Übertragung der motorischen Energie auf diesem Wege zu einem großen Teile auf das Kostalgelenk  $cg$  des Kostalfeldes  $h_1$ . In viel höherem Maße ist dies bei der Biene der Fall, bei welcher

der Antagonismus des Skutalmechanismus  $t_1$  (Flügelhebung) mit dem Skutellarmechanismus  $t$  (Flügelsenkung) in höchstem Maße auf das Kostalfeld übergeleitet wird. Unter diesem Gesichtspunkte ist die Vorherrschaft der Mechanik des Kostalfeldes ein gegenüber der Grille hervorragend ausgeprägter Charakterzug des Bienenflügels, welcher durch viele Einzelheiten erläutert werden könnte; folgende seien hervorgehoben:

Neben der im Vergleich zum schmalen Analfeld  $f_2$  des Bienenflügels distal sehr erheblichen Flächenentwicklung des Kostalfeldes  $f_1$  (vgl. Fig. 3) tritt die Bedeutung desselben ganz besonders im Kostalgelenk selbst hervor. Dasselbe ist im Vergleich mit dem der Grille nicht nur räumlich sehr stark entwickelt und äußerst kräftig chitinisiert; entsprechend der bereits bei *Gryllus* gegebenen Zweiteilung gemäß der vereinigten Kostalader I und Radialader III, sodann entsprechend der bei der Biene hervorragenderen Beteiligung der VII. Ader, des Kubitus, ist es zudem in zahlreiche, zum Teil kompliziert gebaute Teilstücke differenziert (vgl. Fig. 4). Alle diese Stücke aber sind dem Wurzelstift  $b$  angeschlossen, was durchaus dem Verhalten des Kostalgelenks  $cg$  zu dem Mittelgelenkstück  $b$  bei *Gryllus* entspricht. Ein weiterer charakteristischer Umstand im Bienengelenke gegenüber dem der Grille ist die nach hinten übergeneigte Schräglage des Wurzelstiftes und die damit zum Ausdruck kommende besondere Beziehung des Skutellarmechanismus zum Kostalgelenk, deren Einzelheiten STELLWAAG geschildert hat. Eigentümlich ist hierbei die Tatsache, daß der hintere, d. h. skutellare Tergalbezirk die sogleich zu besprechende kinematische Hauptlinie der VIII. Ader kreuzt, um seine Kraft nicht auf den ihm morphologisch angeschlossenen hinteren, sondern auf einen vorderen Gelenkbezirk zu übertragen. In dieser besonderen Konzentration der Energiewirkung nach vorn auf das Kostalgelenk liegt eben das charakteristische Merkmal der indirekten Flugmechanik und der Unterschied des Typs derselben (Hymenoptertyp) gegenüber den beiden anderen Typen (Orthoptertyp und Libellentyp); die beiden letzteren mit zahlreicher oder vorherrschender Beteiligung von sog. direkt wirkenden Flugmuskeln, d. h. außerdem von Flugmuskeln, welche auch am äußeren Hebelarm des Flügels angreifen, während bei der Biene die Gelenkmechanismen sich auf den inneren, kurzen Hebelarm konzentrieren. Es mag aber besonders betont werden, daß ein kräftiger direkt wirkender Flugmuskel (Fig. 4 bei  $ms_1$ ) an einem vorderen Teilstück des Kostalgelenkes  $cg$  angreift und hierdurch eine beträchtliche, noch nicht genügend

geklärte Mitwirkung direkter Flugmuskeln bei der Biene verrät. Dadurch wird die Schärfe des Unterschiedes zwischen direkter und indirekter Flugbewegung bei Insekten erheblich verwischt.

Die Bedeutung der bei der Grille so sehr vorherrschenden Analfeldmechanik  $f_2$  vermittels des bei beiden Typen homolog auftretenden Analgelenks  $ag$  ist bei der Biene auf eine mehr passive Rolle eingeschränkt. Dem Verbleib der in dieser Beziehung bei *Gryllus* im Zusammenhang mit kräftigen direkten Muskeln auftretenden epimeralen Gelenkplatten  $p_1$  und  $p_2$  soll hier nicht nachgegangen werden, ebensowenig der Verwendung des mit  $ep$  im Episternalgelenk gegebenen Teilmechanismus.

Es bleibt zum Schluß noch übrig, auf die Bedeutung jener kinematischen Trennungszone hinzuweisen, welche an die VIII. Ader, den Subkubitus anknüpft. Ihre Bedeutung ist im Anschluß an die S. 128 f. gegebene Charakterisierung ohne weiteres gegeben. Sie ist die Zone, auf welche sich die genannten Einzelmechanismen beziehen, durch welche sie morphologisch getrennt und in welcher sie wiederum kinematisch vereinigt werden. Sie macht das Wesen des Gegensatzes der im Zweiflächensystem des großen „dièdre“, der Schranke im Sinne AHLBORNS, zusammengetretenen ärodynamischen Grundfaktoren aus, aus deren mannigfaltigster Kombination, sei es im Einfächenpaar oder im Zweifächenpaar, sich die verschiedenen zahlreichen Modelle und Typen des Insektenflügels ergeben. Infolgedessen kehrt sie überall konstant wieder, wie ein Vergleich der Fig. 2 mit 4 zeigt. Insbesondere bei *Gryllus* ist ihre funktionelle Bedeutung in der kräftigen Ausbildung der Pleuralleiste  $lp$  mit dem Pleuralgelenkkopf  $pk$  dargestellt, dem die sehr erhebliche Chitinisierung des artikulierenden Mittelgelenkstücks  $b$  entspricht. Bei der Biene geht dieser Bezirk ganz im endoskeletal versteiften, gewölbten oberen Grenzrand der thorakalen Seitenwand auf; er wurde in der Fig. 4 nicht besonders dargestellt. Aus allen diesen Einzelheiten lassen sich nunmehr die verschiedenartigen Teilfunktionen nach Stärke und Richtung ableiten. Das kann an dieser Stelle nicht näher ausgeführt werden. Es mag aber folgendes betont sein:

Bei der Grille ist im antagonistischen System des Tergalhebels  $th$  in seiner Bezugnahme auf die mittlere Gelenkzone ( $a_2$ ,  $b$ ,  $pk$ ) d. h. also im Skutalmechanismus ein vertikal wirkender, auf beide Flügelbezirke  $f_1$  und  $f_2$  annähernd gleichmäßig verteilter Bewegungsfaktor gegeben, welcher durch die Mitwirkung direkter Flugmuskeln verstärkt bzw. ergänzt wird; im Analfeld  $f_2$  sind solche die

direkten Flügelsenker [ $ldvm_2$  ( $pm_6$ ),  $pm_7$ ], im Kostalfeld direkte Vorzieher [ $ldvm_{1, 1a, 3}$ ] des Flügels, letztere mit gewisser Beziehung zur Torsion des Flügels.

Bei der Biene bedeutet die Funktionseinheit des Skutalmechanismus einen Bewegungsfaktor auf das Kostalgelenk von oben und vorn her, bedeutet die Funktionseinheit des Skutellarmechanismus einen Bewegungsfaktor von unten und hinten her. Gegenüber der Grille mit ihrer vertikalen Tendenz in den Hauptfaktoren des Flügelschlages ergibt sich hieraus eine mehr horizontal gerichtete Gelenkverschiebung bei der Biene mit besonderer Übertragung eben auf das Kostalgelenk *cg*. Mit der spezifischen Schräglage des Wurzelstiftes ( $b + a_2 + a_1$ ) kommt es dann auf Grund eines vereinfachten Gesamtmechanismus zu jener ausgeprägten Pronation und Supination des Kostalfeldes bei der Biene, welche im tordierten Flügelschlag die vom Gesamtflugbild bekannte 8-Figur zur Anschauung bringt. Es erhellt aus diesen Ableitungen die Art, in welcher die gegebenen Teilmechanismen des Flügelschlages in vereinfachte, aber deswegen nicht weniger stereotype und feste Bahnverhältnisse gelenkt werden, wie sie den erhöhten Ansprüchen der Funktion nach Frequenz, Amplitude und Kraft des Flügelschlages genügen.

Daß selbst das dem Gelenkbezirk der Grille vorgelagerte Hautpolster *hp* in der Tegula der Biene wiederkehrt, mag der Vollständigkeit halber erwähnt sein.

Vorstehende Ausführungen, welche keinen Anspruch auf eine erschöpfende Darstellung aller Einzelheiten und Beziehungen machen, müßten auf dem Wege der speziellen Vergleichung näher ausgeführt werden. Eine derart gegebene Erläuterung und Begründung der Vorgänge muß einer Analyse der Einzelmechanismen anheimgestellt bleiben, die ich mir für die Biene und Libelle vorbehalte.

### Die Flugtypen der Insekten.

Die nachfolgende Zusammenstellung (vgl. auch l. c. 1904/05 Teil IV, S. 731) soll ein provisorisches Schema dafür abgeben, in welcher Weise sich die Flugwerkzeuge der Insekten nach den erörterten Gesichtspunkten schon heute etwa unterscheiden lassen. Die Tabelle gibt keine phylogenetische Anordnung. Die nachfolgenden Flugtypen und Modelle haben mit dem sog. Flugbilde, dem Habitus der Flugbewegung nichts zu tun; solche einzelnen Flugformen können innerhalb der verschiedenen Typen selbständig anknüpfen.

A. Flügellosigkeit: a) primäre, b) sekundäre.

B. Flugfähigkeit: Schwingenflug (Zoptère).

**Urtyp des Flügels**, hypothetisch.

I. **Orthoptertyp**, Typus der Geradflügler (vgl. S. 126). Kombination der Kostalfeldmechanik mit der Analfeldmechanik. Niederer Typ.

Vielheit der Einzelmechanismen, direkte und indirekte Flugmuskeln in gleichwertiger Beteiligung.

Vorherrschende Entwicklung des Analfeldes im Hinterflügel, bzw. des Hinterflügels selbst gegenüber dem Vorderflügel.

Flügelpaare mehr oder weniger kinematisch und anatomisch vereinigt.

Flatterflug: Geringere Schlagfrequenzen. Mehr oder weniger Gleitflieger mit Motor; sog. „Motor-Gleitflieger“.

**Modelle:**1. **Modellgruppe:**

*Orthoptera genuina*, *Plecoptera*, *Embiidaria*, *Corrodentia*.

Besonderheiten: Zirpflügel.

Bei diesem Modell dürften die aerodynamischen und motorischen Verhältnisse im Bau der Fläche, Amplitude, Frequenz, Kraft, mechanische Beanspruchung des Gelenks, Durchsichtigkeit der Teilmechanismen, Gewicht u. a. für die technische Nachbildung noch am günstigsten liegen.

2. **Modellgruppe:**

*Dermaptera* (vgl. *Coleoptera* und *Strepsiptera*).

3. **Modellgruppe:**

Vorderflügel mehr oder weniger deckenartig.

*Rhynchota* (*Hemiptera*, *Homoptera*).

*Coleoptera* (sog. „Doppeldecker, Drachenflieger“).

Besonderheiten: Intraalare Charniergelenke, Flug der *Cetonia* mit in Ruhelage zusammengelegten Deckflügeln. *Trichopterygidae*, Anklang an die sog. „Haarflieger“ (vgl. IV. Haupttypus DINGLERS) bei Pflanzen. — Charakterisieren die „Schwebefauna der Luft“.

Anhang: *Strepsiptera*. Vgl. auch *Forficulidae*.

4. **Modellgruppe:**

a)  $\left\{ \begin{array}{l} \textit{Neuroptera} \\ \textit{Ephemeroidea} \text{ (z. T. Schwebefallflug).} \\ \textit{Trichoptera} \text{, Schwebefallflug bei den } \textit{Leptoceridae}. \end{array} \right.$   
Flügelhaken, Clavus. Übergang zum Typ III.

b) *Rhynchota (Phytophthires)*.

Ganz provisorisch. Innere Anatomie?!

c) Anhang: *Thysanoptera* (vgl. mit den *Trichopterygidae* und *Pterophoridae*) charakterisieren die „Schwebefauna der Luft“; vgl. den Haupttypus IV pflanzlicher Haarflieger DINGLERS.

## II. Odonatentyp, Typus der Libellen (vgl. S. 127).

Flügeltyp der Adervermehrung (by addition COMSTOCK).

Rücktritt der Analfeldfunktion in der Flügelfläche, nicht im Gelenk.

Besondere Umgestaltungen im Gelenkbezirk, Vorherrschen direkt wirkender Flugmuskeln.

Flügelpaare: getrennt wirksam.

Flatterflug: geringe Schlagfrequenzen.

Doppelflatterflieger, sog. Doppel„schrauben“flieger, (der Begriff „Schraube“ ist unstatthaft).

Besonderheiten: Rüttelflug (Flatterschweben).

## III. Hymenoptertyp, Typus der Hautflügler (vgl. S. 127).

Flügeltyp der Aderverminderung (by reduction COMSTOCK).

Rückbildung des Analfeldes oder des Hinterflügels in der Fläche und im Gelenk; Kostalfeldmechanik!

Vorherrschen der indirekten Flugmuskeln, mit beträchtlicher Nebenwirkung direkter Flugmuskeln.

Beide Flügelpaare als kinematische Einheit, oder Fehlen des hinteren Flügelpaares.

Schwirrflug: hohe Schlagfrequenzen.

Schwirrfieger, sog. einfacher „Schrauben“flieger (die Bezeichnung Schraube muß vermieden werden).

### Modelle:

#### 1. Modellgruppe:

*Lepidoptera*: Frequenz größer oder geringer. Discoidalzelle. Frenulum (Haftborste) oder Jugum. Wechselnde Flugformen.

a) *Pieridae*, (*Geometridae*?) u. a. Niedere Stufe: Flatterflug, geringe Frequenzen.

b) *Papilionidae* u. a. Ausgeprägte Fähigkeit zum Schwebeflug.

c) *Sphingidae* u. a. Schwirrflug, steigende Frequenzen, Hinterflügel! — Schwirrschweben, Rüttelflug bei *Sphingidae*, *Noctuidae* u. a.

Besonderheiten:

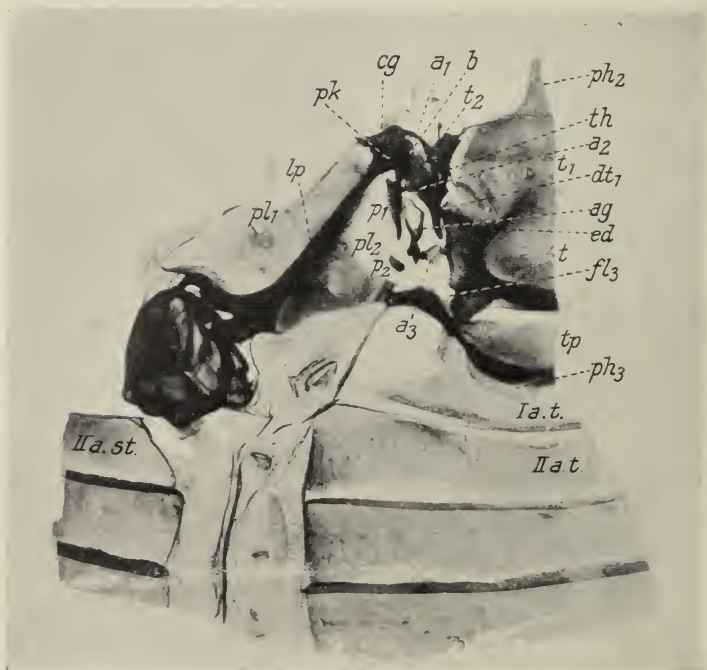
*Pterophoridae*, Analogie zu den Haarfliegern der vorigen Gruppen, aber wohl kaum im aerodynamischen Sinne. Schwebefallflug bei Langhornmotten (*Adela*, *Nemophora*, *Nemotois*).

## 2. Modellgruppe:

*Hymenoptera*: Steigende bis hohe Frequenzen, Flügelhaken, Flugform einheitlich: Schwirrflug. Vgl. den Rüttelflug (Schwirrschweben) einzelner Formen.

## 3. Modellgruppe:

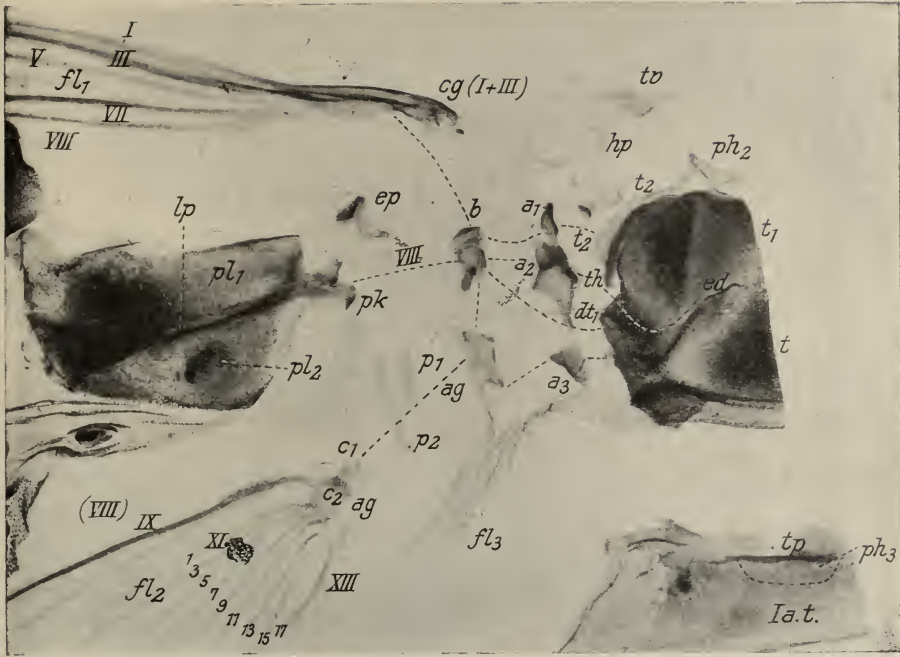
*Diptera*: Höchste Frequenzen, Tragflächen nur Vorderflügel, Halteren-Steuerung. Einheitliche Flugform: Schwirrflug. Vgl. den Rüttelflug (Schwirrschweben) bei *Bombylius*, *Syrphidae*, *Chironomidae* u. a. (Schwebefallflug?).



Figur 1.

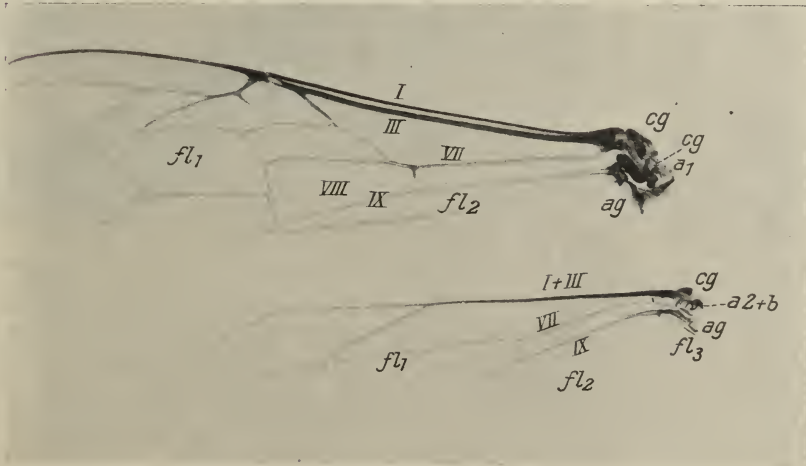
*Gryllus domesticus*. Chitinskelett in der ventralen und dorsalen Medianlinie aufgeschnitten und ausgebreitet, linke Körperseite vom Metathorax bis zum 4. Hinterleibssegment. Der Gelenkbezirk in situ, der Flügel ist abgetrennt derart, daß seine basalen Gelenkteile *cg* Kostalgelenk, *b* Mittelgelenkstück, *ag* Analgelenk erhalten blieben. Das Phragma *ph*<sub>2</sub> wurde eingezeichnet. Das Präparat ist künstlich gefärbt, infolgedessen die Einzelheiten scharf hervortreten; vgl. hierzu Voß, 1904/05, I. c. Tafel XV, Fig. 2, 3 u. 6.





Figur 2.

*Gryllus campestris*. Der Flügel mit seinen Gelenken und mit den Gelenkbezirken des Tergits und der thorakalen Seitenwand in seine Teilstücke zerlegt. Die Teile sind in solcher Weise angeordnet, daß die natürlichen Lagebeziehungen der Teile angedeutet sind; vgl. die Erklärung der Zeichen auf S. 128 f. Die Phragmen sind rückgebildet; die Lage des fehlenden Metaphragma *ph<sub>3</sub>* (vgl. *domesticus* in voriger Figur) ist angedeutet; vgl. hierzu Voß, l. c. 1904/05, Tafel XV, Fig. 3–9, Tafel XVI, Fig. 10 und Voß, l. c. 1912, Tafel XXVII und Tafel XXIX, Fig. 47 u. 48. Über die Linien vgl. Fig. 4.

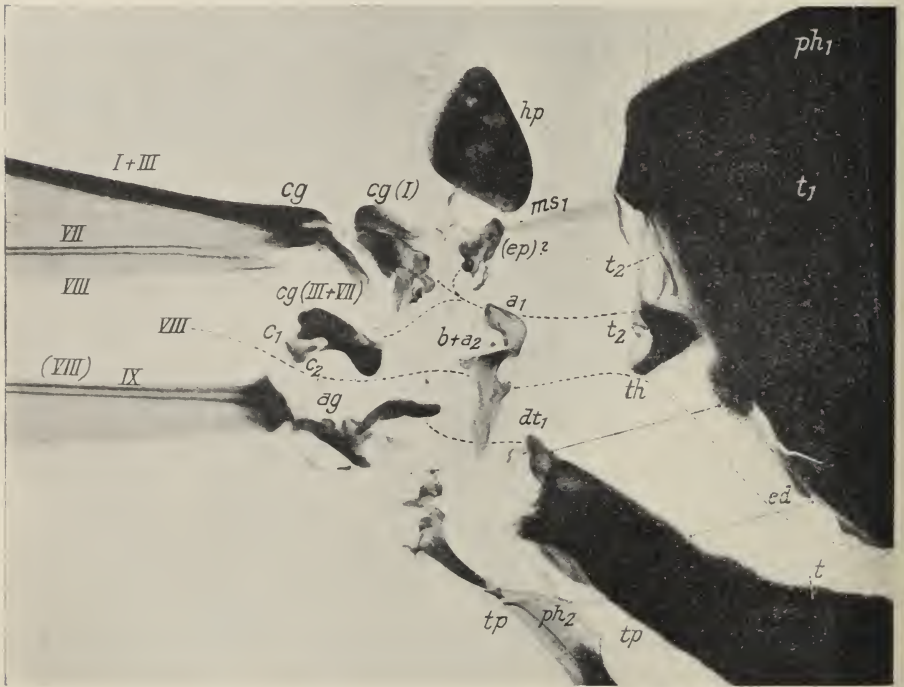


Figur 3.

*Apis mellifica*. Vorder- und Hinterflügel mit seinen Gelenken in situ, vgl. hierzu Stellwaag 1910, l. c. Tafel XX, Fig. 22 u. 24. Der Wurzelstift  $a_2 + b + a_1$  ist im Vorderflügel nur durch sein Teilstück  $a_1$  vertreten.

Die Begründung und nähere Ausführung dieses Schemas ist die Aufgabe zahlreicher Einzelarbeiten, welche die Zukunft zu liefern haben wird. Es ist hiermit die besondere Aufgabe gestellt, einen Ausbau des Gebietes nach der physiologischen Richtung hin anzustreben und die genannten Typen und Modelle in ihren aerodynamischen Beziehungen zu klären und zu fixieren.

Auf diesen Wegen können die Möglichkeiten nachgeprüft werden, welche in dem Formenreichtum der Insektenflugwerkzeuge verborgen ruhen, und es würden Lehren erhalten werden, welche der Technik zur Verbesserung ihrer Einrichtungen oder als Veranlassung zur Nachbildung tierischer Flugapparate nahegelegt werden können.



Figur 4.

*Apis mellifica*. Der Flügel mit seinen Gelenken und mit den Gelenkbezirken des Tergits und der thorakalen Seitenwand, zerlegt; vgl. mit Fig. 2. Die einzelnen Teilstücke sind in solcher Art geordnet, daß die natürlichen Lagebeziehungen der Teile gewahrt bleiben. Die mittlere einfache Strichlinie VIII deutet wie in Fig. 2 die kinematische Hauptzone an, die übrigen Linien verbinden die Teile der Kostalgelenkzone bzw. der Analgelenkzone je für sich untereinander, über das Mittelgelenkstück *b* hinweg. Die Zeichen entsprechen denen bei *Gryllus*, vgl. Fig. 2 u. S. 128 f. Das mächtig entwickelte Mesophragma *ph*<sub>2</sub> ist nur an seinem lateralen Endteil sichtbar und kann im übrigen bei *Stellwaag*, l. c. 1910, Tafel XX, Fig. 12 verglichen werden. Im übrigen vgl. ebendort die Fig. 12, 13, 16, 17, 18 u. 24 auf Tafel XX. Der am Gelenkstück unmittelbar ansetzende Teil der Selme *ms*<sub>1</sub> wurde etwas nachgezeichnet, da er im Präparat sehr blaß gefärbt ist.

Prof. WILHELM (Berlin):

**Instrumentarium zur Entnahme biologischer Wasserproben,  
Planktonpumpen usw.  
(Demonstration.)**

---

**Vierte Sitzung.**

Nachmittags 3—4 $\frac{1}{2}$  Uhr.

Prof. H. LOHMANN (Hamburg):

**Über Coccolithophoriden.**

Zwei Erscheinungen sind es, die mich veranlassen, hier die Coccolithophoriden eingehender zu besprechen. Einmal stellt sich mit dem Fortgange der Untersuchungen immer mehr und mehr heraus, daß diese kleinen Flagellaten im Meere eine dominierende Rolle unter den produzierenden Organismen einnehmen. Im Plankton der Tropen machen sie die Hälfte aller Pflanzen aus und auch in den kühlen Meeresgebieten beläuft sich ihre Zahl noch immer auf ein Fünftel aller Produzenten. Nahm man ferner früher an, daß sie im polaren Wasser gänzlich fehlten, so hat vor einiger Zeit OSTENFELD<sup>1)</sup> nachgewiesen, daß eine *Pontosphaera* noch im kalten Ostgrönlandstrome zwischen 73 und 76 Grad nördlicher Breite in großer Menge lebend vorkommt. Ihre Häufigkeit ist ferner in der Flachsee gerade des kühlen Gebietes zuweilen eine ganz enorme. So fand ich selbst am Ausgange des Kieler Hafens in jedem Kubikzentimeter Wasser nicht weniger als 77 Zellen, und GRAN<sup>2)</sup> konnte im Fjord von Christiania im Sommer 1911 sogar 5000 Zellen in der gleichen Wassermasse oder fünf Individuen in jedem Kubikmillimeter nachweisen. Das sind Zahlen, wie sie größer auch nur in ganz seltenen Fällen für die Diatomeen gefunden werden. Berücksichtigt man ferner, daß diese kleinen Organismen ihrer leichtlöslichen Kalkskelette wegen eine außerordentlich günstige Nahrung für viele Planktontiere bilden und der weitaus größte Teil der biogenen Meeressedimente aus ihren Skeletten sich aufbaut, so erhellt zur Genüge die außerordentlich

---

<sup>1)</sup> Marine Plankton from the East-Greenland Sea, 1 List of Diatoms and Flagellates by C. H. OSTENFELD, Danmark-Expeditionen til Grønlands Nordostkyst 1906—1908, B. III Nr. 11 p. 284/85. 1910.

<sup>2)</sup> In: J. Murray and Joh. Hjort, The Depths of the Ocean, 1912.

# ZOBODAT - [www.zobodat.at](http://www.zobodat.at)

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: [Verhandlungen der Deutschen Zoologischen Gesellschaft](#)

Jahr/Year: 1913

Band/Volume: [23](#)

Autor(en)/Author(s):

Artikel/Article: [Dritte Sitzung 79-143](#)