

gesät zu haben. Somit hat ein kleiner Teil der von rotblühenden Pflanzen geernteten buntschaligen Bohnen weißblühende Pflanzen geliefert, war also heterozygotisch mit Dominanz von rot. Dadurch wird die von mir beschriebene Erscheinungsreihe noch verwickelter. Ich werde in diesem Herbst alle Samenmaterial sorgfältig gesichtet sammeln und gebe mich der Hoffnung hin, daß einer derjenigen Botaniker, die auf dem Gebiete der Pflanzenzüchtung besser bewandert sind als ich, Klarheit in das zurzeit noch bestehende Wirrnis bringen wird.

### 34. Hermann Dingler: „Die Flugfähigkeit schwerster geflügelter Dipterocarpus-Früchte“.

(Mit 4 Tabellen und Tafel VIII.)

(Eingegangen am 10. Juli 1915).

Im vergangenen Jahre<sup>1)</sup> berichtete ich über Versuche, welche die Fähigkeit der Flügel einiger Dipterocarpeen-Früchte dartaten, die Fallgeschwindigkeit der betreffenden Früchte so weit zu verlangsamen, daß mittelstarke, horizontale Luftströmungen sie eine gewisse Strecke weit vertragen können. Mit diesem Nachweis war der ökologische Nutzen der Flügelausrüstung für die Samenverbreitung erbracht.

Unter den geprüften Früchten schien nur der Nutzen der 5 Flügel von *Shorea stipularis*, als Flugapparat zu dienen, zweifelhaft. Bei allen anderen funktionierten die Flügel in genügendem Maße.

Vielleicht konnten aber auch für die zweiflügeligen schweren Früchte von *Dipterocarpus zeylanicus* noch gewisse Bedenken bestehen bleiben, nachdem die zur Verfügung stehenden Früchte nicht völlig ausgereift, d. h. noch nicht ganz so vollgewichtig waren, wie sie in ihrer tropischen Heimat von den Mutterbäumen fallen. Auch ein Punkt in der Ausrüstung gewisser schwerer zweiflügeliger Dipterocarpaceen-Früchte Malesiens schien mir ökologischer Aufklärung zu bedürfen, nämlich das Vorkommen auffallender flügelartiger Verbreiterungen, an deren fünfkantigem Fruchtkörper, der „Nuß“.

1) In dem Aufsatz „Zur ökologischen Bedeutung der Flügel der Dipterocarpaceen-Früchte“. S. ENGLER'S Bot. Jahrb. Bd. 50. 1914, Supplem.-Bd. S. 1—14.

Die Möglichkeit einer gewissen Bedeutung für den Lufttransport schien mir, wenn auch nicht wahrscheinlich, doch a priori auch nicht ganz abweisbar. Dem entsprechend ging mein Bestreben dahin, vollreife frische Exemplare von schweren Dipterocarpaceen-Früchten überhaupt und besonders auch Exemplare der mit Kantenflügeln ausgerüsteten Früchte von *Dipterocarpus grandiflorus* in zu Versuchen genügender Zahl aufzutreiben. Es ist nicht leicht, geeignetes Material zu erhalten, es gelang aber doch schließlich durch die freundliche Vermittlung von Herrn CARL KAUFFMANN, dem Vertreter des Hauses CASELLA & CO. für Südostasien<sup>1)</sup>.

Am 21. April 1914 erhielt ich aus Java eine Sendung reifer Früchte von *Dipterocarpus retusus* Blume und *Dipterocarpus grandiflorus* Blanco.

Die Gestalt der Früchte ersterer Art entspricht fast genau der der früher (l. c.) geschilderten und abgebildeten Früchte von *Dipterocarpus zeylanicus* Thw., nur sind sie ansehnlich größer und schwerer und es fehlt ihnen die basal aufgesetzte Spitze. Der Durchmesser der nahezu kugeligen Nüsse betrug zwischen 2,6 und 2,9 cm. Sie tragen 5 Flügel, von denen die drei kleinen auf c. 1,6 — 2,0 cm L. ca. 1,4 — 1,8 cm Br. messen. Die beiden großen, welche ich in den nachfolgenden Zeilen „Hauptflügel“ nennen will — zum Unterschied sowohl von den kleinen als auch von den bei *Dipterocarpus grandiflorus* besonders zu unterscheidenden „Kantenflügeln“ — sind meist zwischen 18 und 20,4 cm l. bei etwa 4,2 — 4,7 cm größter Breite. Letztere befindet sich im oberen Teil zwischen  $\frac{2}{3}$  und  $\frac{3}{4}$  der Gesamtlänge. Ihre Ränder sind allgemein etwas zurückgebogen und dadurch etwas versteift. Im unteren Teil sind sie einander genähert, oft annähernd parallel, nach oben etwas zurückgekrümmt, nicht selten auch (entweder beide oder auch nur einer) in der Fläche ein wenig, seltener stärker gedreht.

Das Frischgewicht (am Tage nach der Ankunft gemessen) bewegte sich zwischen 8,275 und 12,127 g. Ein gut ausgebildetes Exemplar, an welchem bei einem Vorversuch ein Flügel an der Basis abgebrochen war, wurde zur Prüfung der Gewichtsverteilung benutzt. Die ganze Frucht wog 8,499 g, die Nuß allein 5,538 g, die beiden Hauptflügel 1,393 und 1,373 g und die drei kleinen Flügel zusammen 0,195 g. Somit betrug der ganze Flügelapparat mit 2,961 g etwas mehr als

1) Herrn C. KAUFFMANN schulde ich für seine wiederholte uneigennützigte Mühewaltung, durch die er mich mit wertvollem Studienmaterial aus Niederländisch Indien versorgte, ganz besonderen Dank. Ebenso bin ich der verehrlichen Direktion des Botanischen Gartens in Buitenzorg für die gütige Ueberlassung der Früchte sehr zu Dank verpflichtet.

$\frac{1}{3}$  der ganzen Frucht und etwas mehr als die Hälfte der Nuß, also der zu tragenden Last. Die zwei Hauptflügel allein machten mit 2,766 g fast genau  $\frac{1}{3}$  des Gesamtgewichts und fast genau  $\frac{1}{2}$  der Nuß mit den kleinen Flügeln aus.

Die Früchte vom *D. grandiflorus* Blanco sind wesentlich gleichgebaut, aber größer und schwerer. Nur in der Gestalt der Nuß weichen sie stärker ab. Die Hauptflügel sind meist mehr zurückgekrümmt. Der Körper der Nuß ist von spindelförmiger Gestalt und im Querschnitt fünfkantig mit vorspringenden, breit „geflügelten“ Kanten, welche mit den fünf Kelchzipfeln abwechseln. Die verdickte und erhärtete Kelchröhre umschließt in ihrem oberen Teile die einsamige Frucht. Nach abwärts reicht sie in einer zum Fruchtstielansatz sich verjüngenden keulenförmigen geflügelten Verlängerung (vgl. Taf. VIII, Fig. 4) ansehnlich über die Fruchtbasis hinab. Nach aufwärts reicht sie auch etwas über das obere Fruchttende, welches rundlich scheibenförmig gestaltet ist, hinaus und läßt hier einen kleinen lufthaltigen Hohlraum frei, welcher sich in ringförmiger Gestalt auch noch etwas nach unten fortsetzt, indem die etwas stärkere Verjüngung der Frucht zwischen sich und der Kelchwand eine ringförmige Lücke entstehen läßt.

Die fünf flügelförmigen Leisten oder „Kantenflügel“, wie ich sie in den folgenden Zeilen nennen will, bilden gewissermaßen geflügelte Nähte der „verwachsenen“ Kelchblätter. Sie bestehen aus zwei annähernd gleichbreiten Längshälften: dem verdickten basalen Teil und dem dünneren lederig-häutigen Rand. Auffallenderweise stehen sie nicht radial ab, wie das meist bei „geflügelten“ Kelchen der Fall ist, sondern sie sind fast immer einseitig umgebogen. Dabei fällt schon bei seitlicher Betrachtung und noch mehr auf dem Querschnitt die ganz unregelmäßige Schiefstellung ihres dicken basalen Teiles auf. Dieser macht fast regelmäßig in der Längsrichtung eine nach der Umbiegungsseite des Flügels gerichtete Konkavkrümmung. Oft ist die Schiefstellung des Basalteils so stark, daß seine äußere längskonvex gekrümmte Fläche als Fortsetzung der anstoßenden Seitenfläche des Nußkörpers erscheint und die Grenze zwischen dieser und dem Kantenflügel unsicher wird (vgl. Taf. VIII, Fig. 2 bei b und c und Fig. 3 bei a und e). Die Umbiegung des häutigen Randteils ist meist sehr stark. Es wird dabei je eine Seitenfläche von zwei gegen sie geneigten Kantenflügeln meist so vollkommen überdeckt, daß dadurch nicht unbedeutende Kammern mit verhältnismäßig unbeweglicher Luft entstehen. Übrigens bilden auch alle einzelnen nach beliebiger Rich-

tung umgebogenen Kantenflügel in der Regel mehr oder weniger abgeschlossene kleinere Kammern. Nur ganz ausnahmsweise sind einzelne Kantenflügel nicht umgeschlagen oder unregelmäßig hin und hergebogen.

Die kleinen Flügel — die drei nur wenig vergrößerten Kelchzipfel — entsprechen in Gestalt und Größe etwa denen von *D. retusus*. Die beiden Hauptflügel sind zwar auch im Umriß ziemlich ähnlich gestaltet wie bei der genannten Art, aber noch größer, länger und namentlich breiter. Dabei sind sie dünner, elastischer und bei allen Exemplaren stärker nach rückwärts gebogen, manchmal bis zur Beschreibung eines halben oder gar  $\frac{2}{3}$  Kreisbogens. Öfter ist auch einer von ihnen unter basaler Drehung um seine Längsmedianen um 150 bis etwa 180° schraubig umgebogen, so daß sein oberes Ende — meist in quer mehr oder weniger schiefer Stellung — sich der Richtung des ohne Drehung zurückgebogenen oberen Endes des anderen Hauptflügels nähert. (Vgl. zu diesen Beschreibungen die beiden Fig. 1 und 5.)

Was die Gewichts- und Größenverhältnisse der frischen *Grandiflorus*-Früchte betrifft, so ergab die Wägung Gewichte zwischen 22,798 und 32,153 g. Das mittlere Gewicht betrug 27,275 g. Die zweitschwerste Frucht, Nr. 4 der II. Tabelle, welche 30,938 g gewogen hatte, verlor bei den Versuchen einen der beiden Hauptflügel. Dieser wog 2,082 g. Die beiden Hauptflügel waren annähernd gleich, so daß man für ihr Gewicht ohne Bedenken das Doppelte mit 4,164 g ansetzen kann. Das Gewicht der Nuß allein mit den drei kleinen Kelchzipfeln betrug danach 26,77 g. Die zwei Hauptflügel machen also etwas mehr als  $\frac{1}{6}$  des Gewichts der letzteren und etwas mehr als  $\frac{1}{7}$  des Gewichts der ganzen Frucht aus und sind demnach im Verhältnis viel leichter als die von *D. retusus*.

Das Gewicht der drei kleinen Flügel ist sehr gering. Es wurde bei Nr. 6 zu 0,25 g ermittelt. Die Kantenflügel dagegen erhöhen das Gewicht nicht unbedeutend. Bei Nr. 6 ergaben sie (ca. 4 mm über ihrer Basis abgeschnitten) zusammen ein Gewicht von 3,1 g. Die Größenverhältnisse der Frucht Nr. 4 waren: Länge der Nuß 7,8 cm; deren größter (medianer) Querdurchmesser, gemessen zwischen je einer Kante (d. h. der Basis des ihr aufgesetzten Kantenflügels) und der Mitte der ihr gegenüberliegenden Seitenfläche 3,5 cm; Breite der Kantenflügel im breitesten Teil, in der Nußmitte, zwischen 2,3 cm und 2,75 cm, von welchen ca.  $\frac{3}{5}$  auf ihren häutigen Randteil und  $\frac{2}{5}$  auf ihren verdickten Basalteil fällt; des letzteren Dicke an seinem Grunde ca. 0,45 cm—0,5 cm. Länge und größte Breite

der Hauptflügel 22,3 cm auf 5,5 cm und 19,4 cm auf 6,2 cm; der drei kleinen Flügel ca. 1,8 cm auf 2—2,3 cm. Sie waren breiter als lang.

Die längste, aber nicht schwerste Frucht (Nr. 2), deren Hauptflügel verhältnismäßig schwächer zurückgebogen sind, mißt bei geradegestreckten Flügeln fast 32 cm, wovon 24,6 cm auf deren längsten und 7,3 cm auf die Nuß fallen. Der zweite, ein wenig kürzere Hauptflügel mißt 23,7 cm.

(Über sonstige Größen- und Gestaltverhältnisse gibt die photographische Tafel mit 10 cm Maßstab genügenden Aufschluß.)

Es war kein Zweifel, daß die Früchte beider Arten frisch vom Baum kamen. Es waren ausdrücklich frischgereifte Früchte erbeten worden und der Körper der Nüsse fühlte sich noch kühl an, wogegen die Flügel lufttrocken waren. Die Farbe der Früchte war dunkel-lederbraun, im Gegensatz zu dem dunklen Weinrot der 1910 von Ceylon erhaltenen, noch nicht ganz reifen Früchte von *D. zeylanicus*. Vermutlich bräunen sich die letzteren bei Vollreife ebenfalls, wie auch die *grandiflorus*-Früchte, nach etwas jüngerem Herbarmaterial zu urteilen, den gleichen Farbwechsel durchmachen dürften.

Die Gestalt der Flügel betreffend, war kein Grund zu zweifeln, daß sie die ursprüngliche war, wie sie sich bei der Austrocknung am Baum ergeben hatte. —

Bei der nun folgenden Schilderung der Ergebnisse der Fallversuche kann ich nicht auf alle Einzelercheinungen eingehen, sondern gebe außer einer kurzen Charakteristik des Verhaltens wesentlich nur die Fallgeschwindigkeit als Maß für die Fähigkeit der Früchte, vom Winde vertragen zu werden und damit der Verbreitung der Samen zu dienen. Zu den Versuchen selbst bemerke ich folgendes:

In Anbetracht des hohen Gewichts der Früchte erschien es mir wichtig, neben den auch früher benutzten Fallhöhen solche anzuwenden, welche der natürlichen aus den Kronen ihrer sehr hohen Mutterbäume entsprechen. Dies war natürlich nur unter freiem Himmel möglich, wobei selbstverständlich auch bei scheinbar windstillem Wetter schwächere Luftströmungen nicht ganz auszuschließen waren. Es blieb nichts übrig, als ein höheres Gebäude zu benutzen, welches freien Fall zuließ und zugleich die Möglichkeit genügend genauer Beobachtung und Kontrolle bot. Unter allen höheren Gebäuden meines Wohnortes Aschaffenburg boten die Türme des Schlosses die beste, um nicht zu sagen die einzige Gelegenheit. Mit freundlicher Erlaubnis des Kgl. Schloßinspektors

Herrn PRACHER wurden die Versuche daher von der Galerie eines der vier mächtigen Ecktürme ausgeführt. Als am geeignetsten erschien der gegen OSO gerichtete, und zwar dessen ONOfront, welche sich über einer wenig begangenen gepflasterten Straße erhebt und, abgesehen von den selteneren Perioden des O-, N-, oder S-windes, welche zu vermeiden waren, relativ am besten gegen Luftzug geschützt ist.

Der obere Rand des Steingeländers der genügend weit vorspringenden Galerie befindet sich an der Stelle, von wo aus die Fallversuche gemacht wurden, auf der gegen ONO gerichteten Front 28 m über dem Boden. Dieser senkt sich etwas in der Richtung nach SSO. Der Höhenunterschied zwischen den Aufschlagstellen betrug etwa 0,4 m. Trotz der unten scheinbar herrschenden Windstille ging, wie sich bei den Versuchen zeigte, auf der ONOfront doch ein zeitweilig sich etwas deutlicher bemerklich machender leichter NNWzug, welcher öfters die fallenden Früchte (in SSO-Richtung) etwas abtrieb. Nachdem von irgendwie größerer Genauigkeit bei den Versuchen aus solcher Höhe ohne besondere Hilfsmittel (die mir nicht zu Gebote standen) ohnehin nicht die Rede sein konnte, nahm ich gleiche Fallhöhe für alle an, und zwar das Mittel zwischen 28 m und 28,4 m, also 28,2 m. Am 27. April, einem heiteren Tage, fanden die Versuche statt.

Die Höhe von 28 m entspricht einer Höhe, in welcher zahlreiche Früchte der hochwüchsigen Dipterocarpaceen reifen. Die Feststellung der Fallzeit ist aber, wie schon betont, ohne komplizierte Apparate sehr erschwert. Bei meiner früher beschriebenen Methode<sup>1)</sup>, welche für die vorliegenden Zwecke genügend genaue Resultate ergibt, war doppelte Kontrolle nötig; verbunden mit dem Gebrauch verabredeter Zeichen. Der Mühe unterzogen sich außer meiner Frau, welche auf die Methode eingeübt ist, einige befreundete Personen<sup>2)</sup>.

Bei den Versuchen wurden die Früchte aus der Hand fallen gelassen, z. T. in hängender Stellung, wie sie am Baum reifen, z. T. aufrecht, mit der Nuß nach abwärts gerichtet. Leider konnte nur eine einzige Versuchsreihe ausgeführt werden. Die zahlreichen, gleichzeitig zu erfüllenden Bedingungen für die Ausführung wiederholt zu erfüllen erwies sich zu meinem größten Bedauern seit-

1) l. c. S. 4.

2) Frau Justizrat MÜLLER, Fräulein Marie PRACHER, Lehrerin an d. höh. weibl. Bildungsanstalt, und die Herren Landgerichtsrat MAX MILLER (+) und Schloßinspektor PRACHER. Ich schulde ihnen für die freundliche Unterstützung aufrichtigen Dank.

dem undurchführbar. Wenn ich die Resultate der einzigen Versuchsreihe trotzdem veröffentliche, so geschieht das, weil unmittelbar anschließende Fallversuche aus 9 m Höhe von einem Mansardenfenster meines Hauses aus weitere genügende Nachweise bringen. Die Gesamtheit der Versuche bringt den endgültigen experimentellen Beweis, daß auch die schwersten zweiflügligen Diptero-carpaceen-Früchte beim Reifabfall von mittelstarken Winden eine größere Strecke — mindestens gleich der 2—3fachen Höhe ihrer Ursprungsstätte über dem Boden — vertragen werden können.

Die Resultate der Fallversuche mit den genannten beiden Fruchtarten sind in den zwei Tabellen I und II zusammengestellt.

Zu diesen ist folgendes zu bemerken: Die Gewichtsangaben beruhen auf den sofort nach Empfang der Früchte gemachten Wägungen. Es ist aber ausdrücklich zu betonen, daß das Gewicht nach dem Feuchtigkeitsgehalt der Luft etwas schwankte. Von Bedeutung für die Fallgeschwindigkeit sind diese Schwankungen nicht. Erst nach mehrmonatigem Austrocknen hat der Gewichtsverlust eine gewisse, indessen nicht allzugroße Bedeutung. Die in den beiden Tabellen angeführten Versuche wurden gleich nach Empfang und ausschließlich bei trockenem Wetter vorgenommen.

Die Stellung, in welcher die Früchte fallen gelassen wurden, ist durch die Zeichen  $\overset{\circ}{|}$  für „hängend“ und  $\underset{\circ}{|}$  für „aufrecht“ angegeben. Bei einigen der Versuche aus Turmhöhe, bei welchen die Früchte auf Gesimse aufschlugen, aber sofort wieder absprangen und weiterfielen, wurde die trotzdem gemessene Fallzeit in Klammern angegeben, weil es mir nicht ohne Interesse schien, die Größe der Fallverzögerung durch die Fallunterbrechung festzustellen.

In der letzten Kolumne der Tabellen ist unter „Bemerkungen“ die Art der Bewegung kurz bezeichnet und sind einzelne besonders auffällige Vorgänge angegeben. Der Betrag der Abtreibung der Früchte vom Lot durch Luftzug wurde ebenfalls hier, aber nur bei Überschreitung eines Raumes von einem Drittel der Fallhöhe vermerkt.

Die Abtreibung durch schwache horizontal gerichtete Luftströmungen hat bei allseitig gleiche Widerstandsfläche bietenden fallenden Körpern theoretisch keinen Einfluß auf die Fallgeschwindigkeit. Nachdem die stabile Einstellung der fallenden Früchte, wie infolge ihrer ansehnlichen Größe gut zu beobachten war, sich bei dem mehrfach eintretenden leichten, horizontalen Luftzug so gut wie gar nicht oder nur ganz minimal änderte, wurde die unter

den vorliegenden Verhältnissen zulässige Annahme gemacht, daß die seitliche Transportwirkung auf die Fallzeit in lotrechter Richtung keinen wesentlichen Einfluß ausübe. Demgemäß wurde auch die bei Abtrieb der fallenden Früchte vom Lot gemessene Zeit als einfache Fallzeit in lotrechter Richtung verzeichnet.

Von allen einzelnen Versuchen wurden außer der Gesamtfallzeit auch mittlere Fallzeiten pro Meter angegeben, um einen direkten Vergleich zwischen den zwei verschiedenen Fallhöhen zu ermöglichen. Die Fallversuche aus der Höhe von 9 m sind natürlich auch nicht exakt im Sinne eines strengen physikalischen Experiments, jedoch leiden sie wesentlich weniger an Fehlerquellen wie die Schloßturnversuche.

Bezüglich der errechneten zweiten Dezimalstellen für die Zeitangaben bemerke ich nochmals ausdrücklich, daß sie nur Willkür in der Verwendung der erlangten Zahlen ausschließen und nicht eine nicht vorhandene Genauigkeit vortäuschen sollen und verweise auf früher darüber gegebene Erklärungen.

Auf die Beziehung der Flügelgestalt der einzelnen Früchte zu der Art ihrer Bewegungen gehe ich nicht näher ein, da dies größtenteils Wiederholung früher dargelegter Verhältnisse bedeuten würde. Nur zu der Ausbildung der Hauptflügel der *Grandiflorus*-Früchte seien einige übersichtliche Angaben hier gestattet, da sie die Tabelle zu sehr belasten würden:

Die Früchte Nr. 1, 4, 7 und 8 besaßen bogig zurückgekrümmte Hauptflügel ohne auffallendere Drehung. Bei Nr. 8 fehlte an beiden Hauptflügeln das obere Endstück in einer Länge von etwa 3—4 cm. Nr. 2, 3, 5 und 6 besaßen einen bogig zurückgekrümmten und einen spiralig gedrehten bez. gebogenen Hauptflügel (zu Nr. 6 vgl. Fig. 5).

Eine der letztgenannten Früchte (Nr. 2), welche insofern eine Ausnahme bildete, als die Rückwärtskrümmung der beiden Hauptflügel verhältnismäßig schwach war, wurde, nachdem sie für die Versuchsreihen I—III verwendet worden war, durch künstliche Veränderung der Flügelstellung in die Gestalt der ersten Gruppe umgeformt, indem die um ca. 180° gedrehte Flügelbasis durch Aufweichen mittels feuchter Lämpchen und Wiedertrocknen in ungedrehten Zustand übergeführt wurde. Das Verhalten dieser Frucht im ursprünglichen Zustand und die Wirkung des Eingriffes ist in der Tabelle II angegeben.

Ich füge bei dieser Gelegenheit eine dritte Tabelle (III) mit den Resultaten einiger Fallversuche mit reifen Früchten von *Shorea stipularis* Thw. aus Ceylon an. Nach vorläufigen Versuchen

hatte ich (l. c.) die genügende Leistungsfähigkeit der Früchte für Windtransport bezweifelt. An einer schweren kugeligen Nuß sitzen fünf verhältnismäßig kleine und schmale, parallel gestellte Flügel. Etwas später ausgeführte genauere Versuche, welche in jener Zeit nicht mehr wiederholt werden konnten und daher nicht veröffentlicht wurden, zeigten aber doch, daß die erste Auffassung irrig war. Von den drei zu den Versuchen benutzbaren Früchten war nur eine erhalten geblieben. Mit dieser, die zwar an Gewicht ein wenig verloren hatte, aber immer noch etwas mehr wog, als die leichteste der drei ursprünglich benutzten frischen Früchte, wurden nun Ende April 1914 gelegentlich der Versuche mit den beiden *Dipterocarpus*früchten neue Versuche gemacht, welche endgültig beweisen, daß die Früchte von *Shorea stipularis* Thw. trotz ihres verhältnismäßig hohen Gewichts und ihrer kurzen schmalen Flügel echte Flugorgane sind.

Ich bemerke zu den letzteren Versuchen noch, daß sie zeitlich weit auseinander liegen. Die ersten mit den frisch erhaltenen Früchten Nr. 1, 2 u. 3 wurden bereits 1910 gemacht. Diejenigen mit Nr. 4 aber erst in den letzten Tagen des April 1914. Nr. 4 ist die gleiche Frucht wie Nr. 1, sie war aber durch Gewichtsverlust um 0,13 g leichter geworden. Aus praktischen Gründen habe ich alles in einer Tabelle vereinigt und der ursprünglichen Nr. 1 eine neue Nummer gegeben.

Ich gehe nun zur Besprechung der Versuchsergebnisse, welche in den Tabellen I, II und III verzeichnet sind, über, sowie der Schlüsse, die aus ihnen zu ziehen sind. Eine Reihe von Einzelheiten sind den „Bemerkungen“ in den Tabellen selbst zu entnehmen.

Die Fallgeschwindigkeiten aus 28,2 m Höhe sind im Durchschnitt ein wenig höher als aus 9 m, kommen aber den letzteren doch sehr nahe, was beweist, daß man auch aus der geringeren Fallhöhe der Wahrheit sehr nahe kommende Resultate erzielt. Der Grund der etwas höheren Fallgeschwindigkeit aus der über 3mal größeren Höhe liegt natürlich darin, daß die schweren Früchte bei 9 m ihre größtmögliche Geschwindigkeit noch nicht erreichen.

Bei den Versuchen mit den Früchten von *Dipterocarpus retusus* (I. Tab.) ergaben Nr. 2, 3, 6, 7, 8 und 10 bei 28,2 m Fallhöhe Fallzeiten von 0,35 bis 0,48 Sek. auf 1 m Höhe, im Mittel also 0,41 Sek. auf 1 m. Nehmen wir an, daß ein horizontaler Luftstrom die gleiche Geschwindigkeit besitzen müßte, um einer Frucht die entsprechende Beschleunigung in horizontaler Richtung zu erteilen, was der Wahrheit sehr nahe kommt, so müßte die Ge-

schwindigkeit des transportierenden Windes ebenfalls 1 m für die Zeit von 0,41 Sek. betragen. Dies würde einer Windgeschwindigkeit von 2,44 Sekundenmetern entsprechen. Beispielsweise würde also ein Wind von rund 5 Sekundenmetern die Frucht auf mehr als die doppelte Strecke der Höhe ihres Geburtsortes über eine wagrechte Bodenfläche verführen.

Die Frucht Nr. 4 fiel bei 28,2 m Höhe von allen Früchten der Tabelle am raschesten. Sie durchmaß in 0,2 Sek. 1 m Fallhöhe, was einer Geschwindigkeit von 5 Sekundenmetern entspricht. Ein Horizontalwind von gleicher Geschwindigkeit würde also die Frucht 28,2 m weit verfrachten. Bei 10 Sekundenmetern würde die doppelte Strecke zurückgelegt werden — genauer gerechnet natürlich etwas mehr, da ja die in Bewegung befindliche Frucht in die zweite Hälfte der Strecke bereits mit ihrer vollen Geschwindigkeit eintreten würde. Winde von 5—10 Sekundenmetern sind Winde von mittlerer Geschwindigkeit, welche bekanntlich häufig genug auftreten. Dazu kommt, daß der Windanprall an Baumkronen aufsteigende Ströme erzeugt, welche bei gleicher Stärke einen noch bedeutend weiteren Transport ermöglichen.

Für *D. grandiflorus* ergibt die II. Tabelle aus Nr. 2, 4, 6, 7 und 8 bei 28,2 m Fallhöhe eine mittlere Fallgeschwindigkeit von 0,33 Sek. Fallzeit auf den Meter. Es entspricht dies einer Geschwindigkeit von 3 Sekundenmetern. Also wird eine Frucht von mittleren Verhältnissen bei gleicher Windgeschwindigkeit auf 28,2 m Fallhöhe 28,2 m weit verführt werden. Bei 6 Sekundenmetern eine Strecke von über 56,4 m.

Der einzige Fallversuch aus 28,2 m Höhe mit *Shorea stipularis* (III. Tab.) ergab nahezu gleiche Verhältnisse wie die letztgenannte Art. Die ergänzenden Fallversuche aus 9 m Höhe bestätigen dies Resultat.

---

Bei manchen *Dipterocarpus*-Arten finden sich auffallende, oberflächenvergrößernde Ausbildungen der Nußoberfläche, also der die harte äußere Hülle bildenden Kelchröhre. Über irgendwelche ökologische Bedeutung scheint bis jetzt nichts bekannt geworden zu sein. Die Kombination speziell flügelartiger solcher Bildungen mit leistungsfähigen Flugapparaten, wie sie *D. grandiflorus* zeigt, erregt besonderes Interesse. Die Freundlichkeit von Herrn Professor Dr. DIELS ermöglichte es mir auch, das Berliner Material in Augenschein zu nehmen, was erwünscht war, um einen Begriff von der Konstanz bzw. von der Veränderlichkeit der Kantenflügelausbildung in verschiedenen Heimatgegenden der verbreiteten Art zu gewinnen.

Die Ausbildung der „Kantenflügel“, ihre Breite, wechselt danach bedeutend. So zeigt eine mit den Flügeln über 28 cm lange, in der Entwicklung bereits weit vorgerückte Frucht aus Hinterindien (Perak) wohlausgebildete, aber schmälere Kantenflügel, deren Breite 1 cm nicht übersteigt. Ihre einseitige Umbiegung ist ganz ähnlich derjenigen bei den javanischen Früchten. Sehr starke Variation in der Kantenflügelentwicklung scheint auf den Philippinen stattzufinden, wo neben breitgeflügelten denen der javanischen ähnlichen Kelchröhren auch ganz ungeflügelte vorkommen. Ein von WARBURG auf Luzon gesammeltes Exemplar ist ganz flügellos und besitzt nur scharf vorspringende Längskanten<sup>1)</sup>.

Wenn hier nicht eine nur ausnahmsweise auftretende seltene Abänderung vorliegt, so könnte man darin eine Hindeutung sehen, daß die Kantenflügel kein zur Arterhaltung wichtiges Rüstzeug sind. In vielen Fällen läßt sich die Frage, ob derlei Ausbildungen den betreffenden Organen bez. der Art nicht unter Umständen Nutzen bringen, nur in der Heimat einigermaßen sicher entscheiden.

Die Gestalt des experimentell als leistungsfähig erwiesenen Flugapparates, der beiden kolossal vergrößerten Kelchzipfel, wechselt übrigens ebenfalls etwas. Diese „Hauptflügel“ haben bei dem erwähnten Exemplar von Perak verlängert lanzettlichen, nach oben allmählich zu einer stumpfen Spitze verschmälerten Umriß.

Ich bin nicht der Meinung, daß alle einzelnen Bildungen, besonders in der äußeren Ausrüstung der Organismen, einem ganz bestimmten Zweck dienen müssen, indessen lag es doch nahe, in den sehr auffallend gestalteten, sehr breiten Kantenflügeln etwas mehr zu sehen als „überflüssige Anhängsel“. Man konnte aber bei der Kombination mit nachgewiesenermaßen zu Fallverzögerung geeigneten anderweiten Einrichtungen wenigstens an die Möglichkeit einer weiteren Steigerung der Leistungsfähigkeit in gleicher Richtung denken, wenn auch verschiedene Erwägungen dies als nicht wahrscheinlich erscheinen ließen.

---

1) Das Exemplar von Luzon könnte nach der rundlichen Gestalt der Nuß und den großen eiförmigen und stumpfen Blättern, die von denen aller übrigen Exemplare stärker abweichen, möglicherweise doch einer besonderen „Art“ angehören. — Zu einem Bild von „*D. Spanoghei*“ in MATTEI „*Aeronautica vegetale*“ (Estr. Bull., Orto Bot. Napoli 1902) hat als Vorlage — in der Phantasie — wohl *D. grandiflorus* gedient, aber die „Kantenflügel“ stehen an verkehrter Stelle. Die Darstellung trägt den Stempel des allzu „Künstlerischen“. — Es ist mir eine angenehme Pflicht, den Herren Professoren Dr. DIELS, Dr. GILG und Dr. WARBURG in Berlin für mehrfach gegebene freundliche Auskünfte und Unterstützung besten Dank auszusprechen.

Es ist kein Zweifel, daß ähnliche Bildungen, wenn sie als einzige ohne Begleitung von anderen Flugausrüstungen vorhanden sind, den Fall in der Luft sehr wesentlich verlangsamern können. Für so ausgerüstete Samen und Früchte hatte ich früher den besonderen Haupttypus der „Walzendrehflieger“ (*Halesia*-Typus) aufgestellt. Auch wurde der Nachweis ihrer Leistungsfähigkeit damals erbracht. Hier kann aber von einer solchen Ausnutzung kaum die Rede sein, denn es wird nur ausnahmsweise eine der horizontalen sich genügend nähernde Lage der Längsachse zustande kommen können, welche Gelegenheit zur Ausnutzung der längs gerichteten Flügelleisten geben könnte. Fast alle vorliegenden Exemplare besitzen stark rückwärts gekrümmte Hauptflügel, so daß diese fallschirmartig wirken und die sehr schwere Nuß in hängender Stellung beim Fall vorseilen lassen müssen, auch wenn durch Schiefstellung bzw. Drehung eines der Hauptflügel kräftigere horizontale Komponenten des Luftwiderstandes ausgelöst werden. Außerdem sind meist alle oder fast alle Kantenflügel, wie früher geschildert, einseitig und zwar zum Teil nach entgegengesetzter Richtung umgebogen, so daß sie mehr oder weniger geschlossene Luftkammern, aber keine vorspringenden Platten, wie sie zur Ausnutzung des Luftwiderstandes erforderlich wären, bilden.

Ihr Verhalten könnte andererseits zur Vorstellung führen, daß dadurch die vergrößerte Widerstandsfläche, welche die Nuß selbst darbietet, einen Einfluß auf die Fallgeschwindigkeit haben könnte. Dazu würde aber gehören, daß die vergrößerte Widerstandsfläche auch ausgenutzt werden könnte, was bei dem verhältnismäßig geringen Tragflächenzuwachs, welcher außerdem ganz oder fast ganz unter die unverhältnismäßig großen wirksamen Tragflächen der Hauptflügel fällt, so gut wie ausgeschlossen ist.

Um alle Zweifel zu beseitigen, blieb nichts übrig, als die Fallversuche mit einer vorher bereits geprüften Frucht nach Amputation der Kantenflügel zu wiederholen, um so deren Einfluß auf die Fallgeschwindigkeit festzustellen. Der Versuch wurde im März 1915 gemacht, also fast ein Jahr nach den früheren Versuchen: somit mußte auf das durch Austrocknen verminderte Gewicht der Frucht, die längere Zeit in einem geheizten Raum gelegen hatte, Rücksicht genommen werden. An der Versuchsfrucht Nr. 6 der Tabelle II, welche zwei durch je zwei Kantenflügel gebildete größere und eine durch einen Kantenflügel gebildete kleine Luftkammer besaß, wurden sämtliche 5 Kantenflügel etwa 4 mm über ihrer Basis abgeschnitten.

Die Nuß zeigte nunmehr ihre quer fünfkantige, spindelförmige

Gestalt und die basalen Reste der Kantenflügel bildeten 5 kräftige Längsrippen (vgl. Abb. 5). Die frische Frucht hatte am 22. VI. 1914 27,9 g gewogen. Am 22. III. 1915 wog sie infolge des allmählichen Austrocknens noch 26,956 g. Mit dieser um 0,944 gr leichter gewordenen Frucht wurden zuerst wiederholte Fallversuche auf 9 m Höhe gemacht und diese nach Amputation der Kantenflügel wiederholt. Ein weiterer Versuch wurde angeschlossen, indem auch die drei kleinen Kelchzipfel amputiert wurden, welche den oben offenen kleinen Hohlraum der Kelchröhre verlängern. Deren Gewicht betrug 0,23 gr, sodaß eine neuerliche, wenn auch geringere Gewichtsverminderung der Frucht auf 26,726 g eintrat.

Die Frucht wurde bei allen Versuchen in der gleichen, und zwar in aufrechter Stellung fallen gelassen, da diese ihrer stabilen Fallstellung entsprach, und auf diese Weise möglichst vergleichbares Verhalten erzielt wurde. Die Resultate sind in der IV. Tabelle zusammengestellt.

Die Versuche ergaben mit genügender Sicherheit, daß die Fallgeschwindigkeit der Frucht mit der Gewichtsverminderung durch die Amputation abnahm. Letztere hatten stärkeren Einfluß als die Wegnahme der Luftkammern bzw. die Verkleinerung der Widerstandsfläche der Nuß. Somit war von einem Nutzen der Kantenflügel und der durch sie gebildeten Luftbehälter für den Flug keine Rede. Auch die Wegnahme der drei kleinen Kelchzipfel wirkte nur als Gewichtsverminderung, also fallverlangsamend.

Die Zahl der Versuche in den drei Reihen ist leider nicht gleich, da die letzte Versuchsreihe unterbrochen werden mußte. Es mag damit, z. T. wenigstens, zusammenhängen, daß der Betrag der Abnahme der Fallgeschwindigkeit mit dem Betrag der Gewichtsabnahme nach den beiden Beschneidungen nicht besser im Verhältnis steht. Indessen genügen die gewonnenen Zahlen, um den aviatischen Unwert der betreffenden Ausbildungen zu beweisen.

### Zusammenfassung der Ergebnisse.

Die beiden zu den Hauptflügeln ausgewachsenen Fruchtkelchzipfel der zwei geprüften *Dipterocarpus*-Arten üben beim Reifabfall der sehr schweren Früchte einen genügend großen Luftwiderstand aus, um mittelstarken Winden eine Verfrachtung auf Entfernungen zu ermöglichen, welche leicht 2—3 mal so groß sind, als die Höhe ihrer Geburtsstätte über dem Boden beträgt.

Nachdem der Bau der geprüften Früchte von *Dipterocarpus retusus* mit dem der früher untersuchten, noch nicht ganz aus-

gereiften von *Dipterocarpus zeylanicus* Thw. fast vollkommen übereinstimmt, geben die Versuche mit den ersteren auch eine Bestätigung der früheren Versuchsergebnisse mit den letzteren nach deren vollkommener Reife.

Es liegt der Schluß nahe, daß die zweiflügeligen *Dipterocarpus*-Früchte allgemein echte Flugorgane darstellen. Dies um so mehr, da mit dem Verhalten von *Dipterocarpus grandiflorus* Blanco der Beweis geliefert ist, daß auch die schwersten Fruchtformen keine Ausnahme bilden.

Einem bestimmten Bewegungstypus gehören die *Dipterocarpus*-Früchte nicht an, wenn sich auch die Mehrzahl, nach dem vorliegenden Material zu schließen, in der Weise der Schirmflieger (VII. Haupttypus) verhalten dürfte. Manchmal tritt auch die Bewegung des XI. Haupttypus auf oder eine sich diesem mehr oder weniger annähernde Bewegungsform.

Die Versuche mit der schweren Frucht von *Shorea stipularis* zeigten genügende Funktionsfähigkeit für die Ausnutzung des Luftwiderstandes. Letztere erfolgt nach der Art der Schraubendrehflieger. (XI. Haupttypus.)

Die Kantenflügel der Früchte von *Dipterocarpus grandiflorus* haben keine Bedeutung für das Flugvermögen. Ein immerhin möglicher ökologischer Wert derselben dürfte nach anderer Richtung zu suchen sein. Auch die anderen drei aus Kelchzipfeln hervorgegangenen (kleinen) Flügel haben keinen Einfluß auf die Ausnutzung des Luftwiderstandes.

---

I. Fallversuche mit Früchten von *Dipterocarpus retusus* Blume.

Nummer der Versuchfrüchte	Gewicht in gr	I. Versuchsreihe Fallhöhe 28,2 m		II. Versuchsreihe Fallhöhe 9 m		III. Versuchsreihe Fallhöhe 9 m		Bemerkungen
		Gesamt- fallzeit in Sek.	Mittlere Fallzeit auf 1 m in Sek.	Gesamt- fallzeit in Sek.	Mittlere Fallzeit auf 1 m in Sek.	Gesamt- fallzeit in Sek.	Mittlere Fallzeit auf 1 m in Sek.	
1.	11,581	o (16,57)	(0,59)	o 4,6	0,51	o 5,43	0,59	Verhalten der Versuchfrüchte in den Versuchsreihen I, II, III sowie bei einigen weiteren Versuchsreihen ohne Zeitmessungen (IV) Die Abtreibung vom Lot durch Luftzug ist nur angegeben bei Überschreitung einer Strecke von $\frac{1}{3}$ der Fallhöhe
2.	10,305	o 13,63	0,48	—	—	o 5,15	0,57	Bewegungsform des VII. Haupttypus der Schirmflieger mit Übergang zum XI. HT. der Walzendrehflieger (Eschentypus). Fiel unter raschem Übergang in beschleunigte Drehung um die fast lotrecht gestellte Längsachse. In der I. VR schlug die Frucht 2mal auf Gesimse auf, sprang aber ohne Unterbrechung der Drehung ab. Durch schwachen Luftzug um ca. 13 m vom Lot abgetrieben.
3.	11,895	o 11,6	0,41	? 3,5	0,39	o 5,15	0,57	VII. HT. Fiel unter ziemlich rascher Drehung um die lotrecht gestellte Längsachse. In der II. VR. konnte die Zeit nicht gemessen werden; dabei wurde die Frucht durch schwachen Luftzug um $3\frac{1}{2}$ m vom Lot abgetrieben.
4.	10,02	o 5,89	0,2	o 1,84	0,2	o 2,03	0,22	VII. HT. Fiel unter langsamer Drehung um die lotrecht gestellte Längsachse. In der I. VR. wurde die Frucht durch schwachen Luftzug um ca. 14—15 m vom Lot abgetrieben. Fiel, ohne eine bestimmte Bewegungsform anzunehmen. Nahm einmal (IV. VR.) gegen Schluß der Bahn sehr geneigte Stellung der Längsachse an und drehte sich mit mäßiger Geschwindigkeit um eine im Raum lotrechte Schwerpunktsachse.

Nummer der Versuchsfrüchte	Gewicht in mg	I. Versuchsreihe Fallhöhe 28,2 m		II. Versuchsreihe Fallhöhe 9 m		III. Versuchsreihe Fallhöhe 9 m		Bemerkungen
		Gesamt- fallzeit in Sek.	Mittlere Fallzeit auf 1 m in Sek.	Gesamt- fallzeit in Sek.	Mittlere Fallzeit auf 1 m in Sek.	Gesamt- fallzeit in Sek.	Mittlere Fallzeit auf 1 m in Sek.	
5.	10,94	◦ (12,98)	(0,46)	◦ 5,34	0,59	◦ 4,05	0,45	VII. HT. Verhalten der Versuchsfrüchte in den Versuchsreihen I, II, III, sowie bei einigen weiteren Versuchsreihen ohne Zeitmessungen (IV) Die Abtreibung vom Lot durch Luftzug ist nur angegeben bei Überschreitung einer Strecke von $\frac{1}{3}$ der Fallhöhe
6.	9,886	◦ 10,5	0,37	◦ 3,86	0,43	◦ 3,5	0,39	Verhalten sehr ähnlich wie Nr. 1. Wurde in der I. VR. durch schwachen Luftzug um ca. 14—15 m vom Lot abgetrieben.
7.	10,858	◦ 12,52	0,44	◦ 3,68	0,4	◦ 3,68	0,4	Verhalten sehr ähnlich wie Nr. 1.
8.	12,127	◦ 11,6	0,41	◦ 2,58	0,28	◦ 2,4	0,26	VII. HT. Verhalten ziemlich unregelmäßig. Meist etwas spät in schiefer Lage der Längsachse mit langsamer horizontaler Drehung sich bewegend. In der I. VR. durch schwachen Luftzug um ca. 14—15 m abgetrieben.
9.	10,88	◦ (13,44)	(0,48)	—	—	◦ 4,6	0,51	VII. HT. Verhalten ähnlich wie Nr. 2. Fiel in die I. VR. auf ein Gesims auf, sprang aber sofort wieder ab.
10.	8,275	◦ 9,94	0,35	◦ 3,56	0,43	◦ 4,6	0,51	VII. HT. Verhalten ähnlich wie Nr. 2. Wurde in der I. VR. durch schwachen Luftzug um ca. 14—15 m abgetrieben.

II. Fallversuche mit Früchten von *Dipterocarpus grandiflorus* Blanco.

Nummer der Versuchsfrüchte	Gewicht in $\infty$	I. Versuchsreihe Fallhöhe 28,2 m		II. Versuchsreihe Fallhöhe 9 m		III. Versuchsreihe Fallhöhe 9 m	
		Gesamt- fallzeit in Sek.	Mittlere Fallzeit auf 1 m in Sek.	Gesamt- fallzeit in Sek.	Mittlere Fallzeit auf 1 m in Sek.	Gesamt- fallzeit in Sek.	Mittlere Fallzeit auf 1 m in Sek.
1	25,879	—	—	4,97	0,55	3,9	0,43
2	26,906	8,47	0,3	2,95	0,33	2,95	0,33
3	25,605	(13,63)	(0,48)	3,13	0,35	3,9	0,43
4	30,938	8,1	0,28	2,78	0,31	2,95	0,33
5	26,025	(9,21)	(0,33)	1,66	0,18	—	—
6	27,9	11,78	0,42	3,13	0,35	3,31	0,37
7	32,153	9,02	0,32	—	—	3,9	0,43
8	22,798	9,21	0,33	—	—	3,5	0,39

Bemerkungen:

Verhalten der Versuchsfrüchte in den Versuchsreihen I, II, III, sowie bei einigen weiteren Versuchsreihen ohne Zeitmessung (IV)

Die Abtreibung vom Lot durch Luftzug ist nur angegeben bei Ueberschreitung einer Strecke von  $\frac{1}{3}$  der Fallhöhe

VII. Haupttypus der Schirmflieger. — Fiel mit mäßig rascher Drehung um die lotrechteingestellte Längsachse.

XI. HT. der Schraubendrehflieger, übrigens mit sehr schief gestellter Längsachse u. Annäherung an d. VII. HT. — Fiel einmal unter Ueberschlagen aus d. Drehung, begann sie aber sofort wieder. Zu weiteren Vers. (IV) wurde d. gedrehte Flügelzurückgedreht, worauf Bewegung nach d. VII. HT. erfolgte. (Vgl. hierzu d. Vorbemerk. zu d. Tab.)

VII. HT. — Fiel unter langsamer Drehung um die lotrecht gestellte Längsachse. In VR. I einmal auf ein Gesims aufgefallen, sprang aber sofort wieder ab.

VII. HT. — Mit mäßig rascher Drehung um die lotrecht gestellte Längsachse.

Fiel durch einen größeren Teil d. Fallräume mit beschleunigter Geschwindigkeit ohne Drehung, bis schließlich unter Schiefstellung d. Längsachse langsame Drehungen um e. lotrechte Raumachse eintreten. Ein etwa  $4\frac{1}{2}$  cm l. Endstück d. gedrehten Flügels fehlte (war abgebrochen).

VII. HT. — Fiel mit mäßig rascher Drehung um d. lotrecht oder fast lotrecht gestellt Längsachse. (Wurde zu Versuchen wegen der Funktion der Kantenflügel benutzt. Abbild. Taf. VIII. Fig. 6.)

VII. HT. — Fiel mit beschleunigter Drehung um die lotrecht gestellte Längsachse. Fiel in der II. VR. auf ein Gesims auf, sprang aber ohne Unterbrechung der Drehung sofort wieder ab. (Abbild Taf. VIII. Fig. 1.)

VII. HT. — Verhielt sich genau wie Nr. 7.

III. Fallversuche mit Früchten von *Shorea stipularis* Thw.

Nummer der Versuchsfrüchte	Gewicht in g	I. Fallhöhe 28,2 m		II. Fallhöhe 9 m		III. Fallhöhe 9 m		Bemerkungen
1.	5,35	—	—	2,4	0,27	3,04	0,34	XI. Haupttypus der Schraubendrehflieger (Eschentypus. — Der Uebergang in die typische Drehbewegung erfolgt verschieden rasch. Am raschesten aus hängender Stellung. — Aus 28,2 m Fallhöhe (I.) wurde die Frucht N. 4 durch leichten Luftzug ca. 14—15 m vom Lot abgetrieben. — (Vgl. im übrigen die Vorbemerkungen zu den Tabellen.)
2.	5,7	—	—	2,21	0,24	2,21	0,24	
3.	5,2	—	—	3,5	0,39	3,31	0,37	
4.	5,22	8,47	0,3	o 3,31	o 0,37	o 2,95	o 0,33	
				o 3,13	o 0,35	o 2,76	o 0,31	
				o 3,31	o 0,37	o 2,58	o 0,28	
				o 3,31	o 0,37	o 2,4	o 0,26	
				o 3,31	o 0,37	o 2,4	o 0,26	
					o 2,78	o 0,31		
					o 2,4	o 0,26		
					o 2,4	o 0,26		
					o 2,58	o 0,28		
					o 2,58	o 0,28		
					o 2,58	o 0,28		
					o 2,58	o 0,28		

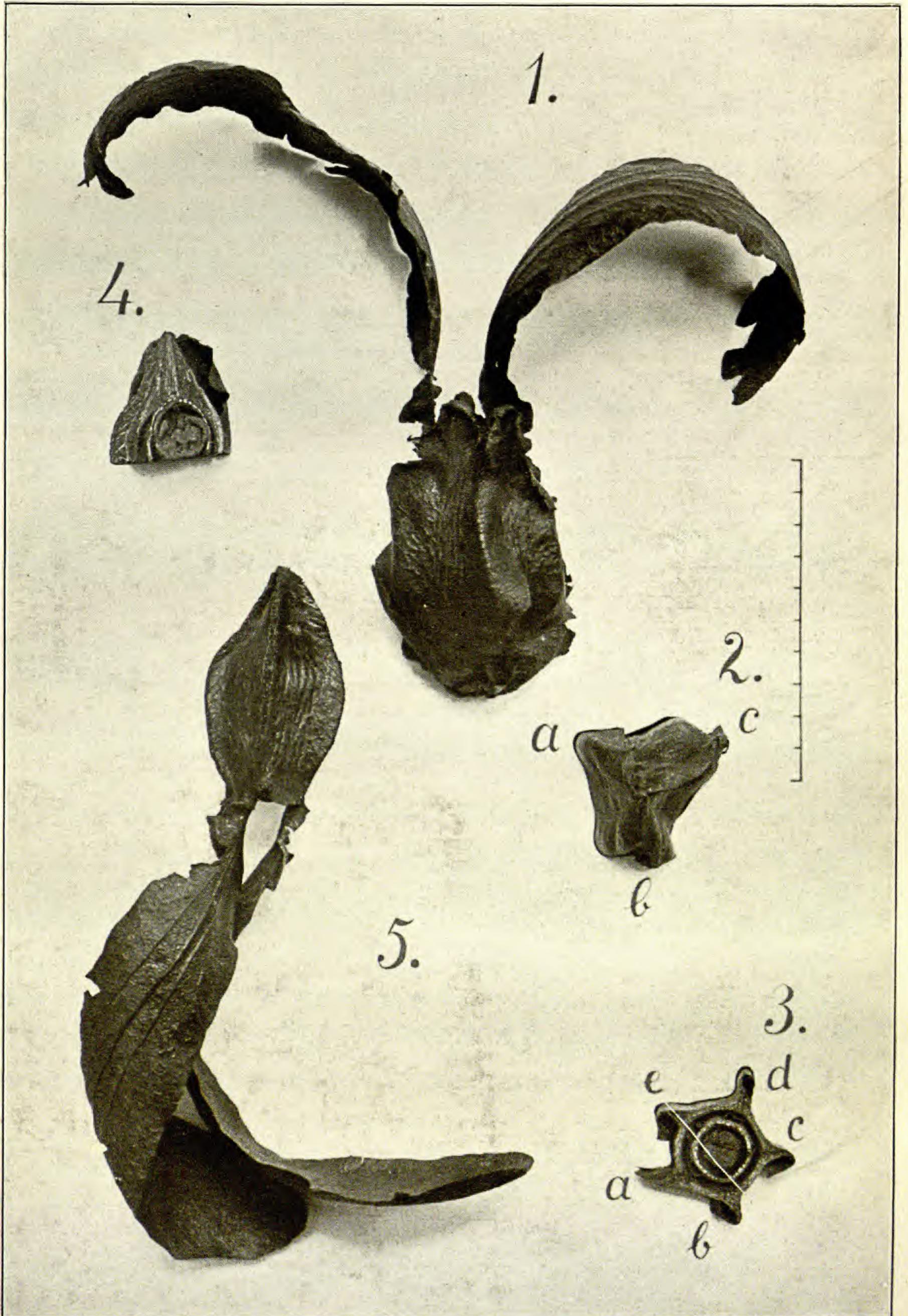
IV. Fallversuche mit der amputierten Frucht Nr 6.  
(in Tab. II) von *Dipterocarpus grandiflorus*.

Zeit und Zahl der Versuche Zustand und Gewicht der Frucht	Fallzeit auf 9 m Fallhöhe in Sek.	Mittlere Fallzeit auf 1 m Fallhöhe in Sek.	Allgemeine mittlere Fallzeit auf 9 m Fallhöhe in Sek.	Allgemeine mittlere Fallzeit auf 1 m Fallhöhe in Sek.
22. 3. 1915. 8 Versuche Frucht unverletzt Gewicht 26,956 g	5 mal 3,31 3 „ 3,5	5 mal 0,37 3 „ 0,39	3,38	0,37
23. 3. 1915. 8 Versuche Frucht ohne Kantenflügel Gewicht 23,85 g	2 „ 3,31 3 „ 3,5 2 „ 3,68 1 „ 3,86	2 „ 0,37 3 „ 0,39 2 „ 0,4 1 „ 0,43	3,54	0,39
29. 4. 1915. 4 Versuche Frucht ohne Kantenflügel und ohne die 3 kleinen Kelchzipfelflügel Gewicht 23,628 g	1 „ 3,68 3 „ 4,05	1 „ 0,41 3 „ 0,45	3,96	0,44

## Erklärung der Tafel VIII.

Photographische Gesamtaufnahme von 2 reifen Früchten und Teilen der Nuß von *Dipterocarpus grandiflorus* Blanco in etwa  $\frac{3}{7}$  linearer Verkleinerung mit 10 cm-Maßstab. — Die Gegenstände der Bilder 2 und 3 wurden, da sie bei größerer Länge in Längsachsenrichtung aufgenommen werden mußten, durch ihren Umrissen möglichst entsprechende Ausschnitte der den Hintergrund bildenden Pappetafel gesteckt. So entstanden schmale dunkle Umrandungen, deren Natur indessen unschwer zu erkennen ist.

1. Seitenansicht einer reifen Frucht (Nr. 7 der Tabelle II, die schwerste der 8 Versuchsfrüchte). Ein z. T. nach rechts umgebogener Kantenflügel ist gegen den Beschauer gerichtet. Die übrigen 4 Kantenflügel bilden zu je 2 durch Zusammenschlagen rechts und links eine Luftkammer.
2. Die „Nuß“ der Frucht Nr. 5 in der Längsachse von unten gesehen. Bei a ein nach rechts umgerollter Kantenflügel. Bei b und c je 2 zusammengeschlagene Kantenflügel, welche 2 ziemlich geschlossene Luftkammern bilden. Bei c legen sich die dünnen Flügelränder aneinander, bei d schlägt sich der rechte über den linken. Das Bild entspricht annähernd dem Bild, welches die Nuß der Frucht Nr. 7 von unten bietet, nur ist letztere in allen Teilen größer.
3. Annähernd medianer Querschnitt durch die Nuß der Frucht Nr. 8, bei welcher ausnahmsweise keine größeren Luftkammern durch zusammengeschlagene Kantenflügel gebildet sind. Drei der Kantenflügel, b, c, d sind jeder für sich gleichsinnig umgeschlagen, einer, e, gegensinnig, und der fünfte, a, ist nur gegen e geneigt. Die verdickten Kantenflügelbasen von a, e und d sind schief gestellt. — Innerhalb des stark verdickten erhärteten Kelches sieht man die eigentliche Frucht. Das außen kurzfilzige Epikarp hat sich bei der Austrocknung vom Mesokarp stellenweise faltig abgelöst. Im Innern ist der (einzige) große Same sichtbar, welcher in seinem oberen Teil vom Schnitt getroffen ist. Die weiße Linie des Fadens, welcher sich von e bis rechts von dem Kantenflügel b zieht, gibt die Schnittrichtung an, durch welche die untere Hälfte der gleichen Nuß, die in der folgenden Figur wiedergegeben ist, halbiert wurde.
4. Längsschnittsbild der unteren Hälfte der Frucht Nr. 8 in hängender Stellung. Die dargestellte Hälfte bildet die Fortsetzung des rechts von der Fadenlinie des Querschnittes Fig. 3 gelegenen Teils. Oben sieht man das keulenförmig gestaltete und geflügelte basale Kelchstück, welches sich zum Fruchtstielansatz verjüngt. Links ist der Längsdurchschnitt der Basis des Kantenflügels e in Fig. 3 zu erkennen. Links oben sieht man ein Stück des Kantenflügels d und rechts den Kantenflügel c.
5. Seitenansicht der Frucht Nr. 6 ohne Kantenflügel und ohne kleine Kelchzipfel in hängender Stellung. Behufs besonderer Versuche (vgl. d. Text) waren zuerst die 5 Kantenflügel 4 mm oberhalb ihrer Basis und dann auch die kleinen Kelchzipfel abgeschnitten worden. Es tritt dadurch die verlängert spindelförmige Gestalt der Nuß hervor. Der linksseitige Hauptflügel ist von rechts nach links um etwa  $290^{\circ}$  schraubig gedreht bzw. gebogen.



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

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: [Berichte der Deutschen Botanischen Gesellschaft](#)

Jahr/Year: 1915

Band/Volume: [33](#)

Autor(en)/Author(s): Dingler Hermann

Artikel/Article: [Die Flugfähigkeit schwerster geflügelter Dipterocarpus-Früchte 348-366](#)