Parthenokarpie und Samenbildung bei Bananen.

Von **A. d'Angremond.**

(Mit Tafel IV—XI und 14 Abbildungen im Text.)

Vorwort.

Als ich mich, während meines Aufenthaltes (1905—1911) als Pflanzer in Surinam (Niederländisch-Guyana), zum Studium der Botanik entschloß, war es Herr Dr. E. Giltay, Wageningen, der mir neben vielen anderen wertvollen Anregungen den Rat gab, die Bananensorten, mit deren Anbau ich mich u. a. praktisch beschäftigte, auf Parthenokarpie zu untersuchen. Ich möchte auch an dieser Stelle Herrn Dr. E. Giltay für seine fortwährende freundliche Hilfe aufs herzlichste danken.

Der erste Teil meiner Arbeit enthält ausschließlich Ergebnisse meiner Beobachtungen und Experimente, die ich von 1909—1911 in Surinam ausgeführt habe.

Als ich im Jahre 1911 diese Untersuchungen abschließen mußte, siedelte ich nach Zürich über, um hier im Institut für Allgemeine Botanik die entwicklungsgeschichtliche und zytologische Bearbeitung des nach Angaben von Prof. Dr. A. Ernst fixierten Materials vorzunehmen. Die Vorarbeiten zu diesem zweiten Teil meiner Arbeit wurden im Oktober 1911 begonnen und die Untersuchungen im September 1913 beendigt.

Es ist mir eine angenehme Pflicht, Herrn Prof. Dr. A. Ernst sowohl für seine Ratschläge, als auch für das rege Interesse, das er stets meiner Arbeit entgegengebracht hat, und für die Liebenswürdigkeit, mir Bücher aus seiner Privatbibliothek zur Verfügung zu stellen, aufs beste zu danken.

Für Fruchtbildung ohne Bestäubung hat bekanntlich Noll [25]) die Bezeichnungen Parthenokarpie oder Jungfernfruchtbildung eingeführt. Seither ist dieser Begriff zu verschiedenen Malen wieder anders gefaßt worden.

Hans Winkler [35]) (pag. 393—396) ist für eine bedeutende Erweiterung des Begriffes, indem er Parthenokarpie als die Erzeugung von Früchten mit gar keinen oder mit tauben Samen definiert. Er unterscheidet dann zwischen stimulativer Parthenokarpie, bei der die taube Frucht nur nach Bestäubung mit eigenem oder fremdem Pollen, infolge eines Insektenstiches oder sonst einer Reizwirkung entsteht, und vegetativer Parthenokarpie, bei der die taube Frucht ohne alle Bestäubung oder sonstige äußere Reizung gebildet wird.

Fitting [11]) behält im Gegensatze hierzu Noll's Umgrenzung des Begriffes Parthenokarpie bei, indem er vom Begriffe der Parthenokarpie die Fälle ausschließt, bei welchen der Fruchtbildung eine Bestäubung vorausgegangen ist. An die autonome Parthenokarpie, welche der vegetativen Parthenokarpie Winkler's entspricht, reiht er die aitionome an, welche jene Fälle umschließt, wo die Fruchtbildung weder autonom noch durch Bestäubung, sondern durch andere äußere Reize ausgelöst wird.

Die ältesten Angaben über Parthenokarpie gehen weit über die Arbeit Noll's zurück. Bereits Camerarius [3]) (pag. 24, 25) konnte einige Fälle von Fruchtbildung ohne vorherige Bestäubung beobachten, so bei Morus nigra und Mercurialis. Ausführlicher behandeln J. Gärtner [14]) und C. F. Gärtner [13]) (pag. 558—568) das „Fruchtungsvermögen" der Gewächse.

Müller-Thurgau [22]) (pag. 154—164) beschrieb die Entstehung kernloser Beeren bei den Trauben. In einer folgenden Arbeit [23]) berichtet er über die verschiedenen Ursachen, die Befruchtung verhindern können, und stellt fest, daß oft infolge ungünstiger Ernährungsverhältnisse, wie sie z. B. bei kalter Blütezeit eintreten können, eine Befruchtung ausbleibt. In einer späteren Arbeit [24]) berichtet er näheres über eingehende Untersuchungen an der Weinrebe. Es zeigte sich, daß durch Ringeln einzelner Triebe unterhalb der Trauben unbestäubte Blüten, die sonst abfallen würden, zur Jungfernfruchtbildung veranlaßt werden. Bei einigen Sorten zeigte sich selbst das Ringeln überflüssig, es liegt autonome Parthenokarpie vor.

Kirchner [18]) stellte fest, daß die Früchte der kernlosen Mispel sich parthenokarp entwickeln und spätere Untersuchungen von ihm [19]) an Bryonia dioica, Gurken, Melonen, Kürbissen zeigten, daß auch hier Fälle von Parthenokarpie vorliegen.

Zwei japanische Forscher, Kumagai [21]) und Tamari [32]), stellten Parthenokarpie an einer Orangen-Art ohne Kerne, und für Diospyros Kaki fest.

Für die Gurke stellte Noll [25]) die Parthenokarpie wissenschaftlich fest.

Ausführliche Arbeiten von Ewert [5, 6, 7, 8, 9, 10]) behandeln die Parthenokarpie der Obstbäume. Er wies bei Äpfeln und Birnen Parthenokarpie nach. Von den untersuchten Sorten zeigten sich $10^1/_2$ % der Äpfel und $68^7/_{10}$ % der Birnensorte parthenokarp. Bei vielen anderen Früchten fand er nur mangelhafte oder gar keine Parthenokarpie.

Bei der Stachelbeere [7, 9]) konnte er durch Ringeln sehr schöne parthenokarpe Früchte erhalten. Man ersieht daraus die große Übereinstimmung der Resultate mit jenen der gleichartigen Versuche von Müller-Thurgau an der Weinrebe.

Interessant sind auch die Untersuchungen von Osterwalder [26]), welche die Parthenokarpie bei Birnen und Äpfeln bestätigen. Er wies nach, daß die sogenannte „Selbstfertilität" bei Äpfeln und Birnen nicht besteht, da die eigenen Pollenkörner auf den Narben wohl keimen, aber von der Narbe aus nicht weiter als $3-3^1/_2$ mm in den Griffel hineinwachsen.

Die erwähnten Fälle beweisen also, daß Parthenokarpie im Pflanzenreich ziemlich verbreitet ist.

Zu den ersten Pflanzen, für welche in der Literatur Parthenokarpie angegeben worden ist, gehören auch die Eßbananen. Mehrere Autoren führen die Bananen als parthenokarp auf, während andere dies als noch nicht bewiesen erachten.

Die ältesten Angaben über die Parthenokarpie bei den Bananen stammen von den beiden Gärtner. Sowohl J. Gärtner [14]) (pag. LXII bis LXIII) als C. F. Gärtner [13]) führen die Bananen als Beispiel für „falsche Befruchtung" oder für „Fruchtungsvermögen" an.

In einem Briefe an Kronfeld [20]) (pag. 65—66) führt Fr. Müller die Bananen als Beispiel für Parthenokarpie an. In K. Schumann's Musaceae [30]) (pag. 9) findet man folgenden Passus:

„In dem Königl. Botanischen Garten von Berlin erzeugen die Bananen nach der Blüte regelmäßig voll entwickelte Früchte; die Befruchtungsweise konnte hier nicht ermittelt werden."

Und bei Noll [25]) (pag. 152) folgende Äußerung:

„Bezüglich der Bananen, deren angebaute Varietäten fast alle samenlos sind, scheinen keine exakten Untersuchungen vorzuliegen, die der Feststellung galten, ob eine Bestäubung als Entwicklungsreiz nötig oder überflüssig ist. Dem Vortragenden ist wenigstens keine Literaturangabe darüber zugänglich geworden. In Engler-Prantl's Natürlichen Pflanzenfamilien findet (Musaceen, pag. 4) nur die Tatsache Erwähnung, daß den angebauten Musa-Arten die Samen fehlen und pag. 5, daß Entwicklung und Nichtentwicklung der Samen und das Fleischigwerden der Früchte bei einzelnen wilden Arten in Abhängigkeit vom Standorte zu stehen scheinen, wofür das Verhalten von Musa Fehi Bert. als Beleg angeführt wird. In dem erwähnten Briefe Fr. Müller's (l. c. pag. 67) findet sich die gelegentliche Bemerkung, daß der Blütenstaub der kultivierten Musa-Arten untauglich sei. Ob er untauglich zur Be-

fruchtung oder auch untauglich zum Keimen oder zu irgend einer Reaktion auf der Narbe ist, wird nicht gesagt; darauf käme es aber hier gerade an, wenn nicht die Bestäubung an sich überflüssig ist, worüber aber auch Angaben fehlen."

Paul Jähkel[16]) (pag. 8) und Richard Rung[28]) (pag. 3) nennen die Eßbananen parthenokarp, und auch Tischler[34]) und Baumgartner[2]) (pag. 17) reihen die Eßbananen unter die Parthenokarpen ein.

Ein experimenteller Nachweis für die Parthenokarpie der Bananen stand also noch aus. Er ist durch die Ergebnisse der nachfolgend beschriebenen Versuche gegeben.

I. Morphologische und experimentelle Studien über die Fruchtbildung bei samenhaltigen und samenlosen Bananen in Surinam.

1. Die Entwicklung des Bananenblütenstandes.

Die eigentliche Achse der Bananenpflanze bleibt bekanntlich längere Zeit unter der Erde; der oberirdische Teil, der sogenannte Scheinstamm, ist aus den Scheiden der Laubblätter, die einander fest umschließen, aufgebaut. Jedes neue Laubblatt muß sich von unten her seinen Weg nach oben außen durch den Scheinstamm bahnen. Wenn endlich der Vegetationspunkt in der Bildung des Blütenstandes aufgeht, muß auch dieser den langen Weg von unten nach oben durch den Scheinstamm hindurch zurücklegen. Dann wächst also der eigentliche Stamm im Innern des Scheinstammes nach oben.

Unmittelbar bevor er nach außen hervortritt, wird sein baldiges Erscheinen durch das Hervortreten des letzten Laubblattes verraten. Dieses hat eine ganz kleine, meistens auch stark deformierte Blattspreite. Da der Vegetationspunkt zuletzt, wie bereits gesagt, ganz in der Bildung des Blütenstandes aufgeht, hört natürlich mit dem Hervorbrechen dieses Blütenstandes oben aus dem Scheinstamme die Neubildung von Blättern auf. Hieraus geht hervor, daß die Abbildung in Schumann's Musaceae[31]) (pag. 20) der Wirklichkeit nicht entspricht. In der Abbildung sieht man drei Bananenpflanzen, die hintere umgefallen, die mittlere jung, die vordere schon mit einem Blütenstand. Die Abbildung der mittleren Pflanze ist ungefähr naturgetreu; in der Mitte der bereits ausgebreiteten Laubblätter steht aufrecht das jüngst erschienene, noch eingerollte Blatt. Die vordere Pflanze aber zeigt in der Abbildung noch ein eingerolltes Laubblatt und zugleich einen mehrere Wochen alten Blütenstand. Dies und das Fehlen des mißbildeten kleinen Laubblattes, sowie der, neben der großen Pflanze

immer vorhandenen, aus dem Boden hervorbrechenden Seitensprosse (s. z. B. meine Tafel X) geben eine falsche Vorstellung von dem Habitus der Bananenpflanze.

Sehr kurz nach dem Hervortreten des letzten Laubblattes erscheint die große Knospe des Blütenstandes. Sobald die Achse unter der Knospe genügend gewachsen ist, biegt sich diese nach unten um und wächst abwärts. Der Blütenstand besteht aus einer Achse, an welcher in spiraliger Anordnung große, meist rot oder braungefärbte Deckblätter entspringen. In der Achsel eines jeden Deckblattes (mit Ausnahme der ersten zwei oder drei) steht eine Blütenschar. Solange die Internodien noch sehr kurz sind, hüllen die ersten Deckblätter die Knospe völlig ein. Wenn aber das Längenwachstum der ersten Internodien anfängt, wird der vordere Teil der Knospe aus der Umhüllung der ersten Deckblätter herausgeschoben, und diese letzteren können sich nun vom Knospenkörper abbiegen. Dieser Prozeß wiederholt sich fortwährend mit den folgenden Deckblättern, und so gelangen nach und nach alle Deckblätter in Freiheit, während sich die Knospe selbst dem Boden mehr und mehr nähert und natürlich auch beständig an Größe abnimmt (Taf. IX). Die ersten 1—3 Deckblätter enthalten in ihren Achseln keine Blüten. Die folgenden 6—12 oder mehr tragen nur sogenannte weibliche „Trugzwitterblüten“*). Dann folgen solche, die neben weiblichen auch wirklich zwitterige enthalten (solche können auch fehlen) und zuletzt kommen nur noch Brakteen mit sogenannten männlichen Trugzwitterblüten.

Die Loslösung der ersten Deckblätter vom Knospenkörper erfolgt ziemlich rasch, so daß z. B. am 1. Tage das erste Deckblatt sich abhebt, am 2. Tage das zweite, dritte und vierte, am 3. Tage das fünfte und sechste, am 4. Tage das siebente und achte usw.

Nachher erfolgt die Entwicklung regelmäßiger, in der Weise, daß die Brakteen mit männlichen Trugzwitterblüten fast ausnahmslos je eine pro Tag in den Nachmittagsstunden sich öffnen.

Innerhalb der einzelnen Blütenschar sind bei den Eßbananen die Blüten in zwei Reihen angeordnet und infolge des Umbiegens der

---

*) Die Bezeichnung „Trugzwitter“ ist von Baumgartner vorgeschlagen worden. Sie scheint mir dem Zweck zu entsprechen: „Weibliche Trugzwitter“ sind solche Blüten, die ausgesprochen weiblich sind und in denen das männliche Geschlecht nur durch Staminodien vertreten ist; „männliche Trugzwitter“ dagegen enthalten entwickelte Antheren, der Fruchtknoten ist aber stark reduziert und enthält keine Samenanlagen.

Blütenstandknospe nach unten gerichtet. Zuerst hebt sich das Deckblatt stark von der Knospe ab; entweder bleibt es gerade oder es rollt sich nach rückwärts auf, wie dies aus Taf. IX ersichtlich ist. Nach einigen Tagen fällt es als Ganzes ab. Die weiblichen Trugzwitterblüten stellen sich mit ihren ungefähr 10 cm langen unterständigen Fruchtknoten zuerst in horizontale Lage, nachher krümmen sie sich stark nach oben*). Die männlichen Trugzwitterblüten dagegen fallen meistens bereits nach 24 Stunden samt dem Deckblatt ab. Die Folge davon ist, daß nach einigen Wochen der Blütenstand nur noch aus den 6—12 oder mehr Gruppen von nach oben gerichteten jungen Früchten besteht, sodann nach der Spitze zu aus einem langen Achsenstiel, an dem die vielen Narben die Stelle zeigen, wo früher die Brakteen mit männlichen Trugzwitterblüten saßen. An seinem Ende sitzt die ganz klein gewordene Knospe, die noch fortwährend jeden Tag ein Deckblatt mit einer Schar männlicher Blüten abgliedert (Taf. IX).

Die jungen Früchte nehmen nach und nach an Größe und Dicke zu. Zuerst fällt das Perianth ab; der vertrocknete Griffel mit der Narbe verbleibt noch an seiner Stelle bis wenige Wochen vor der Reife. Haben die Fruchtknoten eine Länge von etwa 10—15 cm und einen Umfang von ungefähr 7 cm, so beträgt bei den reifen Früchten die Länge ca. 22 cm und der Umfang etwa 15 cm. Diese Zahlen beziehen sich auf die Früchte von „Gros-Michel".

Wie ich oben bereits bemerkte, enthalten die ersten Brakteen Blüten, die ausgesprochen weiblichen Charakter zeigen, und nur durch das Vorkommen von fünf verkümmerten Staminodien, die meistens nur noch aus dem Filament bestehen, ihre ursprüngliche zwitterige Anlage verraten. Diese Blüten besitzen einen sehr langen, unterständigen Fruchtknoten, der in seinen drei Fruchtfächern, je in zwei Reihen angeordnet, zahlreiche Samenanlagen enthält. In den Brakteen, die denjenigen mit männlichen Trugzwittern unmittelbar vorausgehen, können sich auch einzelne Blüten vorfinden, wo ein oder mehrere Staubblätter vollkommene oder teilweise vollkommene Antheren mit Pollen aufweisen. Die männlichen Trugzwitterblüten haben einen kleinen „Fruchtknoten" (Taf. X), der meistens ganz von Nektardrüsen besetzt ist und noch einen kleinen Griffel mit kleiner Narbe trägt.

---

*) Wie ich durch einige einfache Versuche nachweisen konnte, sind die Fruchtknoten der Eßbananen von Musa ornata chittagong und Musa basjoo negativ geotropisch.

Die hier mitgeteilte Beschreibung bezieht sich wiederum auf die „Gros-Michel“ Banane. In der Hauptsache ist sie auch für die „Appelbacove“, Musa Cavendishii Lamb., Musa basjoo Sieb. et Zucc. und Musa ornata chittagong gültig. Bei Musa orn. chitt. steht der Blütenstand aufrecht und in der Achsel der Deckblätter sind die Blüten in einer einzigen Reihe angeordnet (Taf. XI).

Versuche über Parthenokarpie stellte ich bei der Gros-Michel Banane, bei der Appelbacove, bei Musa Cavendishii, bei Musa basjoo und bei Musa ornata chittagong an.

Die Gros-Michel und Appelbacove sind zwei Varietäten von Musa paradisiaca L. subsp. sapientum (L.) O. Ktze. Die Gros-Michel ist diejenige Banane, die in Amerika am meisten angebaut wird und deren Früchte in großen Quantitäten nach New-York und England exportiert werden. Die Appelbacove wird in Surinam hauptsächlich nur in jungen Kakao- und Kaffeepflanzungen als Schattenpflanze für die jungen Bäumchen angebaut. Ihre Früchte werden auf dem lokalen Markte verkauft. Sie unterscheidet sich von der Gros-Michel u. a. durch die geringere Zahl Gruppen mit weiblichen Trugzwittern und durch den anderen Bau der Blütenstandknospe. Hier reichen die ältesten Deckblätter nämlich nicht ganz bis zu der Spitze der Knospe und verursachen dadurch einen dachziegeligen Habitus. Taf. X, wo links die Knospe der Appelbacove, rechts die der Gros-Michel abgebildet ist, erläutert diesen Unterschied besser, als Worte es tun können.

Musa ornata chittagong ist eine Art, die in dem botan. Garten in Paramaribo unter diesem Namen vorkommt. Sie gehört unzweifelhaft zum Subgenus Rhodochlamys. Ich habe versucht, sie mittelst der Tabelle in Schumann's Musaceae zu bestimmen. Es war mir aber nicht möglich. Die Pflanze stimmt mit keiner der Beschreibungen vollkommen überein. Ich kann nur ausdrücklich betonen, daß sie nicht Musa rosacea Jacq. Fragm. ist. Man könnte dies vielleicht vermuten, weil Schumann auf pag. 24 als synonym für Musa rosacea, Musa ornata Roxb. beng. angibt.

2. Nachweis der autonomen Parthenokarpie bei Musa paradisiaca L. subsp. sapientum (L.) O. Ktze. (Var. Gros-Michel und Var. Appelbacove) und bei Musa Cavendishii Lamb.

Zur Feststellung der Parthenokarpie ist es notwendig, die Blütenstände so zu umhüllen, daß Zutritt fremden Pollens vollkommen ausgeschlossen ist. Wenn man nun zu gleicher Zeit dafür sorgt, daß Blütengruppen, die bereits Blüten mit pollenproduzierenden Antheren

enthalten, vor dem Öffnen des betreffenden Deckblattes abgebrochen werden, so ist man sicher, daß die Narben der in den Achseln der ersten Deckblätter stehenden weiblichen Trugzwitter vor Bestäubung geschützt sind.

Zur Einhüllung gebrauchte ich beiderseits offene Säcke aus dichtem Kattun, denen drei Bambusreifen die gewünschte zylindrische Form gaben. Die Säcke hatten einen Diameter von ungefähr 55 cm und eine Länge von ca. 170 cm. Zur Untersuchung wurden nur solche Blütenstände verwendet, an denen noch alle Deckblätter fest geschlossen waren. Wurde zur Einhüllung geschritten, so schnitt ich die leeren Deckblätter ab, um mehr Platz rund um die Blütenstandsachse zu gewinnen. Dann wurde unterhalb der Knospe, rund um die Achse ein ca. 20 cm breiter Streifen Bruns'sche Watte einige Male herumgewickelt und hierauf in regelmäßigen Falten das obere freie Ende des Sackes festgebunden. Wurde nun noch das untere Ende über einem dicken Wattepfropf zugebunden, so war der Blütenstand innerhalb des Sackes vor jedem Eindringen von Pollen geschützt. Die Watte diente dazu, jedes Eindringen von pollenübertragenden Insekten vollständig auszuschließen. Tafel X zeigt einen in dieser Weise eingeschlossenen Blütenstand der Gros-Michel Banane. Innerhalb des Sackes geht die Entwicklung des Blütenstandes ungestört vor sich. Die Deckblätter öffnen sich in regelmäßiger Weise und die Blüten können sich frei entfalten. Erstere heben sich ganz in die Höhe oder rollen sich auf, indes die Blüten sich allmählich nach oben krümmen. Nach einigen Tagen fallen die Deckblätter ab. Zweimal täglich öffnete ich jeden Sack an der Unterseite, entfernte die abgefallenen Deckblätter und untersuchte durch Abbiegen der nächstfolgenden zwei, noch geschlossenen Deckblätter, ob in deren Achseln sich bereits Blüten mit pollenproduzierenden Antheren vorfänden. War dies der Fall, so wurde sofort das ganze Deckblatt mit den darin befindlichen Blüten abgebrochen und ebenso von nun an alle folgenden Brakteen samt Inhalt.

So wurde also auch innerhalb der einzelnen Blütenstände Pollenübertragung vollständig verhindert.

Sobald zwischen den Gruppen mit weiblichen Trugzwittern und der fortwährend weiterwachsenden Knospe genügend Platz entstanden war, wurde das untere Ende des Sackes an dieser Stelle rund um die von Watte umhüllte Achse festgebunden. Es waren nun nur noch die weiblichen Trugzwitter im Sack eingeschlossen, und die Knospe mit den männlichen Trugzwittern entwickelte sich außerhalb des Sackes weiter. Auf Tafel X bemerkt man unterhalb des Sackes die Knospe mit den männlichen

Trugzwittern; eben öffnet sich ein Deckblatt. Von diesem Zeitpunkt an war es nur noch nötig, den Sack gelegentlich zu öffnen und die abgefallenen Perianthteile zu entfernen. Es zeigte sich, daß die Entwicklung innerhalb des Sackes genau so vor sich geht wie im Freien. Auch die Zeit, die der Blütenstand braucht, um reife Früchte zu liefern, ist dieselbe. Von dem Moment des Hervortretens der Knospe aus dem Scheinstamm bis zum Stadium, da die Bananenbüschel verkaufsfähig sind, berechnet man eine Entwicklungszeit von 3—3½ Monaten*). Zwei der Blütenstände schloß ich in der oben beschriebenen Weise am 6. Aug. 1910 ein; die daraus hervorgegangenen Fruchtbüschel wurden am 4. Nov. 1910 an die „United Fruit Company“ verkauft. Dies darf wohl zugleich als Beweis gelten, daß diese Früchte sich ganz normal entwickelt haben, wenn man bedenkt, wie peinlich genau beim Verkauf Büschel um Büschel von den Beamten der U. F. C. geprüft werden. Tatsächlich ist kein Unterschied zwischen Früchten, die sich innerhalb des Sackes und solchen, die sich im Freien entwickelt haben, wahrzunehmen.

Im ganzen umhüllte ich 20 Blütenstände der Groß-Michel, Appelbacove und Musa Cavendishii mit insgesamt 2914 Blüten. Jeder Fruchtknoten entwickelte sich zu einer völlig normalen Frucht. Damit ist bewiesen, daß bei den genannten Eßbananen die Fruchtbildung völlig unabhängig von der Bestäubung ist.

Auch untersuchte ich noch zwei Blütenstände auf andere Art. Beide wurden in der bekannten Weise eingehüllt. Dann löste ich Stück für Stück die Deckblätter ab und schnitt mit einem scharfen Messer von allen Blüten Perianth, Staminodien sowie Narbe und Griffel ganz ab. Die verbliebenen Fruchtknoten entwickelten sich trotz der rohen Behandlung ebenfalls ganz normal. Gleiche Versuche nahm ich auch mit Blütenständen von Musa basjoo und Musa orn. chitt. vor. Beides sind samenproduzierende Musaceen. Die Einhüllung war im Prinzip dieselbe, nur daß die Säcke kleiner waren als bei den Eßbananen, und daß bei der Einhüllung des Blütenstandes von Musa orn. chitt., der aufrecht wächst, der Sack an eine Stange aufgehängt werden mußte. Im übrigen war die Behandlung ganz dieselbe. Es zeigte sich, daß, wo die Narben der Blüten unbestäubt blieben, die Frucht-

*) Die in Surinam angepflanzten Bananen sind für den New-Yorker Markt bestimmt. Deshalb müssen die Früchte, bevor sie ganz reif sind, geerntet werden, damit sie den 10tägigen Transport in den abgekühlten Schiffsräumen überstehen können. Läßt man die Büschel noch 2 Wochen länger an den Pflanzen hängen, so werden sie vollkommen reif und dadurch transportunfähig.

knoten sich nicht weiter entwickelten, und Messungen wiesen denn auch nach, daß kein weiteres Wachstum stattgefunden hatte. Die Fruchtknoten fielen jedoch nicht ab, sondern verblieben an der Achse bis zur Reife, d. h. bis sie gelb wurden. Diese Zeit war nur wenig kürzer als die Zeit, welche samenhaltige Früchte aus bestäubten Blüten zur Reifung brauchen.

Zur Demonstration der Größenunterschiede zwischen bestäubten und unbestäubten Fruchtknoten stellte ich folgenden Versuch an. Von einem eingehüllten Blütenstand von Musa orn. chitt. bestäubte ich in jeder Schar einige Blüten reichlich mit Pollen dieser Art, nachdem ich zuvor die Narben der übrigen Blüten in Watte eingehüllt hatte. Hier waren die letzteren also doppelt geschützt. Die Umhüllung des ganzen Blütenstandes hatte hier denn auch einen ganz anderen Zweck als bei den übrigen Versuchen. Sie sollte die künstlich bestäubten Narben des Blütenstandes vor den räuberischen Bienen schützen, die ohne diesen Schutz nicht nur den Staub aus den Antheren, sondern auch von den bestäubten Narben unbedeckter Blüten weggeholt hätten. Auf Tafel XI ist ein etwa 2 Monate alter Blütenstand photographisch wiedergegeben. Von der ersten Gruppe wurden zwei Blüten bestäubt und zwei vor Bestäubung geschützt, in der zweiten ebenfalls zwei bestäubt, drei geschützt usw. Auf dem Bilde ist leicht ersichtlich, daß in den sechs Gruppen nur die Fruchtknoten der bestäubten Blüten sich stark entwickelt haben, während die unbestäubten klein und dünn geblieben sind. Neben dem Unterschied in der Größe ist auch ein deutlicher Unterschied in der Farbe vorhanden. Die ausgewachsenen Früchte sind vor der Reife dunkelgrün, während die unentwickelten eine gelbgrüne Farbe besitzen, ein Unterschied, der sich auch in den Helligkeitsunterschieden in der Abbildung zeigt. Das Bild weist ferner die Blütenstandsknospe auf, woran zwei Brakteen sich geöffnet haben. In den Achseln stehen die männlichen Trugzwitter. Es zeigt sich also, daß bei den beiden samentragenden Musaceen Bestäubung zur Fruchtbildung unbedingt notwendig ist.

An dieser Stelle möchte ich mit einigen Worten auf die Bedeutung der Parthenokarpie für die Bananenkultur hinweisen.

Der Bananenhandel verlangt schön gefüllte, ringsum von dicken fleischigen Früchten besetzte Fruchtbüschel. Wäre die Fruchtbildung von Bestäubung abhängig, so würden sehr viele Blüten es nicht zur Fruchtbildung bringen, weil die Eßbananen fast nur untauglichen Pollen produzieren und Bestäuber — ich rede hier von den Verhältnissen in Surinam — nur wenige vorhanden sind. Nur da, wo die Anpflanzungen

an Wälder grenzen, findet regelmäßiger Bienen- und Wespenbesuch statt; gegen das Innere der großen Bananenpflanzungen von 100 und mehr Hektaren nimmt die Zahl der Blumenbesucher sehr stark ab; Honigvögel kommen nur sehr selten vor. Außerdem sind die Pflanzer gezwungen, die Bienen fortwährend zu vernichten. Diese Bienen sammeln nämlich zum Nestbau auch das Wachs von jungen Bananenfrüchten, die mit einem Häutchen dieser Substanz versehen sind. Sie beißen das Wachs weg und beschädigen dabei die Epidermis, was zur Folge hat, daß diese Stellen bald schwarz werden. Die kleinen Bißnarben wachsen während des Wachstums der Frucht erheblich aus, so daß die reifen Früchte nachher ebensoviele schwarze, rundliche Flecken aufweisen; sie sind, um in der Terminologie der „United Fruit Company" zu reden, „spotted". Solche Fruchtbüschel werden von der U. F. Co. nicht gekauft, weil die Ladenhändler in Amerika nur Fruchtbüschel mit ganz schönen, völlig goldgelben Früchten kaufen wollen. Da die Bienen an den Rändern der Anpflanzungen großen Schaden anrichten, werden ihre Nester fortwährend aufgesucht und nachts verbrannt. Doch auch an Stellen, wo viel Bienenbesuch stattfindet, wie an den Standorten der Musa basjoo und Musa orn. chitt., ließ sich feststellen, daß, obwohl diese Pflanzen sich eines sehr regen Besuches erfreuten, die Bestäubung relativ unvollkommen stattfand. Diese Bananensorten besitzen, wie schon erwähnt wurde, gut keimenden Pollen im Überfluß, und auch die Samenanlagen sind völlig normal. Künstliche Bestäubung ergab denn auch Früchte mit prall angefüllten Samen. Bei ihrem Besuch beißen aber die Bienen das Perianth der weiblichen Trugzwitter an der Basis durch und gelangen so zum Nektar, statt von oben her, der Narbe entlang in das Perianth einzudringen. Ferner suchen sie, nachdem sie fast allen Pollen von den Antheren weggeholt haben, noch die Narben nach etwa vorhandenem Pollen ab. Wenn bei diesen Arten, wo sowohl Bienenbesuch als guter Pollen im Überfluß vorhanden ist, die Bestäubung doch relativ mangelhaft ist, da ist leicht ersichtlich, daß in den ausgedehnten Eßbananenpflanzungen, wo der Pollen fast völlig untauglich ist, von Bestäubung überhaupt keine Rede sein kann.

Nach der sicheren Feststellung, daß die Bestäubung für die Fruchtbildung der Eßbananen unnötig ist, drängte sich sofort die weitere Frage auf: Wenn auch die Bestäubung unnötig ist, hat sie vielleicht doch Einfluß auf die Gestaltung der Früchte?

Dies führte mich zur Untersuchung des Pollens der Eßbananen. Es zeigte sich, daß der Pollen derselben zum größten Teil keimungs-

unfähig ist. Eine Bestäubung der Narbe mit eigenem Pollen ließ daher von vornherein wenig positive Resultate erwarten. Deshalb bestäubte ich die Blüten von Gros-Michel mit Pollen von Musa orn. chitt. Diese Bestäubung blieb aber ohne jeglichen sichtbaren Einfluß auf die äußere Gestalt der Früchte. Sodann versuchte ich die Frage zu lösen, weshalb bei den Eßbananen keine Samen gebildet werden. Diese Frage ließ sich zunächst auf zwei andere zurückführen, nämlich: Ist der Pollen von Gros-Michel und Appelbacove normal? sind die Samenanlagen der beiden Varietäten normal?

3. Untersuchungen über den Pollen von Gros-Michel, Appelbacove, Musa basjoo Sieb. et Zucc. und Musa ornata chittagong.

Die Pollenkörner von Gros-Michel wurden in 8 % Zuckerlösung untersucht, da sie im Wasser platzen. Schon eine oberflächliche Beobachtung zeigt beträchtliche Größenunterschiede zwischen den einzelnen Körnern und häufige Plasmaarmut. Während die Messungen an lebenden Pollenkörnern von Musa ornata chittagong eine wenig schwankende Größe ergaben, sind die Größenunterschiede derjenigen von Gros-Michel bedeutend. Die Durchschnittsgröße der Pollenkörner bei Musa orn. chitt. schwankt zwischen 95 und 116 μ. Dagegen fand ich bei Gros-Michel Körner mit einem Durchmesser von 84 μ neben solchen mit einem Durchmesser von 182 μ. In den Körnern waren keine Kerne zu entdecken. Diese sind in den plasmaarmen Körnern, die oft ganz weißlich sind, wahrscheinlich bereits abgestorben. In den plasmareicheren Körnern war dieses viel zu dicht und grobkörnig, als daß man die Kerne hätte entdecken können. Fixierung und Färbung in Methylgrün-Essigsäure machte die Sache nicht deutlicher. Zur weiteren Untersuchung wurden jüngere Stadien herangezogen. Dies war sehr leicht möglich, da jede Knospe, die nur noch männliche Trugzwitter enthält, eine lückenlose Serie von reifen bis zu den allerjüngsten Entwicklungsstadien bietet. Wenn ich eine solche Knospe schälte und die Brakteen mit der darin befindlichen Blütenschar nummerierte, so fand ich in den Blüten aus dem 15. Deckblatte Pollenkörner, die weniger dicht mit Plasma gefüllt waren, und da zeigte sich auch öfters sehr deutlich der vegetative Kern und die generative Zelle. Diese letztere lag meistens so, wie dies in Taf. IV, Fig. 11 abgebildet ist. Auch fand ich solche Körner, in denen die generative Zelle noch an der Wand lag. Ganz übereinstimmende Stadien waren auch bei den jungen Pollen-

körnern von Musa orn. chitt. nachzuweisen. Ich fand sie hier sehr schön in den Blüten des 10. Deckblattes, während ich in Blüten des 11. Deckblattes meistens Körner ohne generative Zelle sah. Teilungsstadien waren am lebenden Material nicht zu sehen.

Bei der Appelbacove zeigten sich die Antheren fast leer. Eine Untersuchung des Pollens oder Keimungsversuche damit waren denn auch ausgeschlossen. Die in Zürich ausgeführte Untersuchung der Pollenentwicklung hat dann auch bei dieser Sorte eine frühzeitige Verkümmerung der Pollenkörner ergeben, worauf ich unten zurückkommen werde.

Dann untersuchte ich, ob die Pollenkörner von Gros-Michel keimungsfähig seien, und stellte zu diesem Zweck Kulturen im hängenden Tropfen feuchter Kammern an. Als Nährlösung verwendete ich eine Zucker-Gelatine-Lösung und probierte die richtige Konzentration aus. Ich gebrauchte eine $1^1/_2$ %ige Gelatine-Lösung in Wasser und gab derselben 3, 5, 7—29 % Rohrzucker zu. Es zeigt sich, daß in 8, 9, 10, 11 und 12 %ige Zuckerlösung die Pollenkörner-Keimung möglich ist, daß aber von den vielen ausgesäten Körnern in Wirklichkeit nur äußerst wenige keimen. Die Keimung der Gros-Michel Pollenkörner setzt zu ganz verschiedenen Zeiten ein. Sofort nach dem Aussäen zeigt sich in den Pollenkörnern eine sehr lebhafte Plasmaströmung, die lang andauern kann, ohne zur Keimung zu führen. Ich fand Pollenkörner, die binnen 15 Minuten zu keimen anfingen und solche, die erst nach 1—3 Stunden die Exine zersprengten und einen Schlauch bildeten. Die ganz kleinen und ebenso die größten Pollenkörner keimten nie. Das kleinste Korn, das ich keimen sah, hatte einen Durchmesser von 116 μ und das größte einen solchen von 146 μ. Bei den keimenden Pollenkörnern war das Wachstum des Schlauches oft sehr kräftig, so daß man die Spitze des Schlauches bei etwa 400facher Vergrößerung sehr deutlich im Gesichtsfelde des Mikroskopes weiter rücken sah. Bei einem Pollenkorn von Gros-Michel fand ich, daß die Wachstumsschnelligkeit während mehreren Stunden ungefähr dieselbe blieb, und daß der Schlauch in 3 Minuten sich um ungefähr $12^1/_2$ μ verlängerte. Ein anderes Pollenkorn wies dagegen ein viel langsameres Wachstum auf und verlängerte sich in 25 Minuten nur um 4,16 μ.

Ein Längenzuwachs von $12^1/_2$ μ in 3 Minuten entspricht vollkommen der Wachstumsschnelligkeit, die ich bei den meisten Pollenschläuchen von Musa orn. chitt. feststellte. Dieser Pollen keimt außerordentlich gut, und die Wachstumsmessungen ergaben einen Zuwachs von ungefähr 4 μ pro Minute. Nur oberflächlich untersuchte ich die

Keimungsfähigkeit des Pollens von Musa Cavendishii. Ich sah hier nur ein einziges Pollenkorn keimen.

Nebenbei muß ich noch kurz das Verhalten einzelner Pollenschläuche von Musa parad. subsp. sapientum var. dacca (Horan.) Bak. mitteilen. Auch hier keimten nur wenige Pollenkörner. Einige Schläuche wiesen aber die Merkwürdigkeit auf, daß sie sich in zwei Zweige spalteten, von denen jeder für sich weiter wuchs, während sie an der Basis miteinander in Verbindung blieben.

Bei der Gros-Michel fand ich einigemale gekeimte Pollenkörner in eben geöffneten Antheren, und einmal sogar in einer noch geschlossenen Anthere, deren Inhalt in die Beobachtungsflüssigkeit ausgepreßt worden war. Der Pollenschlauch lag geschlängelt in der Flüssigkeit und wies, in gerader Linie gemessen, eine Länge von 1020 μ auf. In geöffneten Antheren von Musa orn. chitt. fand ich regelmäßig Pollenschläuche.

Ich untersuchte ferner, ob die Narbe eine anziehende Wirkung auf die Pollenschläuche ausübte. Gute Resultate erhielt ich in einer 8%igen Zuckerlösung, worin 10% Gelatine gelöst war. Legte ich bei den verschiedenen Versuchen an den Rand des Nährflüssigkeitstropfens ein Narbenstück von Musa orn. chitt., so zeigte sich meistens ein starkes Wachstum der Schläuche in der Richtung gegen das Narbenstückchen hin. Ähnliches konnte ich auch bei den Pollenkörnern von Gros-Michel beobachten. Messungen über die Wachstumsschnelligkeit der Pollenschläuche von Musa orn. chitt. ergaben bei diesen Versuchen einen maximalen Zuwachs von 24 μ in 3 Minuten, also fast doppelt so viel als in den früheren Kulturen ohne Narbenstückchen.

Ähnliche Versuche machte ich mit Stückchen der Narben von Gros-Michel und Appelbacove, um festzustellen, ob die Pollenschläuche von Musa orn. chitt. von diesen angezogen werden oder nicht. Ich legte also ein Narbenstückchen einer Gros-Michel Blüte an den Rand des dickflüssigen Zucker-Gelatinetropfens und säte in einiger Entfernung die Pollenkörner von Musa orn. chitt. aus. Fast immer zeigten die Pollenschläuche ein starkes Wachstum in der Richtung des Narbenstückchens.

Auch untersuchte ich, ob Samenanlagen von Gros-Michel und Appelbacove einen solchen Einfluß auszuüben imstande wären. Davon war aber nichts zu bemerken.

4. Über Samenbildung bei Eßbananen.

Nachdem ich festgestellt hatte, daß die Pollenkörner von Gros-Michel wenigstens in jugendlichen Stadien eine generative Zelle ent-

halten, und daß einige zum Keimen gebracht werden können, versuchte ich die Frage zu lösen, ob diese Pollenkörner auch befruchtend wirken könnten. Da ich bereits gefunden hatte, daß auch die Samenanlagen von Gros-Michel und Appelbacove zum größten Teile untauglich sind, so wählte ich für die Bestäubungsversuche mit Pollen von Gros-Michel, die weiblichen Trugzwitter von Musa orn. chitt. Es mußten bei diesem Versuche Blütenstände von Musa orn. chitt. vor Bestäubung mit Pollen derselben Art geschützt werden. Ich hüllte sie deshalb in derselben Weise ein, wie dies für die Versuche zur Feststellung der Parthenokarpie beschrieben wurde. Jeden Tag bestäubte ich die jüngst aufblühenden Blüten in den Säcken und untersuchte, ob die nächstfolgenden Deckblätter bereits männliche Trugzwitter enthielten. Diese wurden natürlich sofort entfernt.

Bei diesen Versuchen zeigte sich auch, daß nicht alle Blütenstände von Gros-Michel männliche Trugzwitter mit einer genügenden Menge Pollen enthielten. Eine nicht geringe Zahl Knospen wiesen in ihren Antheren nur wenig Pollen auf, immerhin nie so spärlich wie es bei der Appelbacove der Fall ist. Aber selbst diejenigen Staubblätter von Groß-Michel, die relativ viel Pollen enthalten, stehen in dieser Hinsicht weit hinter denen von Musa orn. chitt. oder von Musa basjoo zurück. Die Antheren von Gros-Michel öffnen sich öfters auch nur teilweise, und bei der Bestäubung konnte ich den Pollen nicht direkt von den Staubbeuteln auf die Narbe abstreichen. Ebenso ungeeignet zeigte sich ein Pinsel. Ich gebrauchte daher ein Glasstäbchen, das in der Flamme ausgezogen und schwach zugespitzt worden war. Mit dem Stäbchen konnte ich die Antheren leicht weiter öffnen, den Pollen herausnehmen und auf die Narbe abstreichen. Ich habe aber bei dieser Kreuzbestäubung keinen einzigen Samen erhalten. Dies beweist natürlich noch nicht, daß unter den Pollenkörnern nicht auch solche sein können, die doch befruchten könnten. Möglich ist ja auch, daß eine Kreuzung zwischen Gros-Michel ♂ und Musa orn. chitt. ♀ auch zufolge anderer Ursachen nicht zustande kommt.

Die Untersuchung der Samenanlage konnte nicht am lebenden Material vorgenommen werden. Sie sind völlig undurchsichtig. Fruchtknotenstücke wurden in abs. Alkohol, Eisessig-Alkohol und Flemmingscher Lösung fixiert. Letzterer gab ich damals den Vorzug. Die Handschnitte untersuchte ich in der Aufbewahrungsflüssigkeit von Hoyer.

In den Samenanlagen von Gros-Michel konnte ich im Nuzellus meistens nur ein gelb umrandetes, kleines, offenbar zusammengedrücktes Hohlräumchen entdecken, statt eines entwickelten Embryosackes. Auch

bei den Samenanlagen der Appelbacove war dies sehr oft der Fall, aber nicht in solch starkem Maße. Hier fand ich wenigstens einige große Embryosäcke, öfters allerdings ohne Inhalt, in anderen Fällen aber doch auch mit Antipodenkernen und Andeutungen eines Eiapparates. Ähnliche Bilder erhielt ich an Schnitten durch die Samenanlagen von Musa orn. chitt.

Die Frage, ob befruchtungsfähige Eizellen vorhanden seien oder nicht, ließ sich, da eingehendere entwicklungsgeschichtliche Untersuchungen noch nicht vorgenommen werden konnten, wieder am besten auf experimentellem Wege lösen. Dazu bestäubte ich sowohl Blüten der Appelbacove als solche von Gros-Michel mit Pollen von Musa orn. chitt. und von Musa basjoo. Auch hier habe ich die zu bestäubenden Blütenstände eingeschlossen, hauptsächlich, um sicher zu sein, daß die Bienen den Pollen nicht wieder von den Narben wegholen könnten. Hier war die Bestäubung leicht auszuführen. Sowohl die Staubbeutel von Musa orn. chitt. als die von Musa basjoo produzieren Pollen in großen Quantitäten, und die Staubblätter mit ihren langen, starken Filamenten sind bequem in der Hand zu halten. Die Narben der zu bestäubenden Blüten wurden denn auch direkt von den Staubbeuteln aus rundum reichlich mit Pollen belegt. Die Bestäubung hatte aber, wie schon gesagt, keinerlei Einflüsse auf Größe und Form der Früchte. In dieser Weise bestäubte ich 1539 Gros-Michel Blüten und 1156 Appelbacove Blüten. Sobald die Fruchtstände fast reif waren, habe ich sie abgeschnitten und in meinem Hause aufgehängt. Bald erfolgte die vollständige Reifung. Das Fruchtfleisch wurde weich genug, um leicht auf ein eventuelles Vorhandensein von Samen untersucht zu werden. Ich ging dabei in folgender Weise vor: Die Früchte wurden geschält und in drei Längsstücke, die den drei Fächern des Fruchtknotens entsprechen, gespalten. Dies erfolgte leicht durch bloßen Druck des Daumens auf die Spitze der Frucht und man konnte sicher sein, keine Samen zu übersehen. In den 1539 Gros-Michel Früchten fand ich vier Samen, in den 1156 Appelbacove Früchten 38 Samen. Die durch Kreuzung Gros-Michel ♀ × Musa orn. chitt. ♂ erhaltenen Samen stimmten in Größe und Gewicht mit denjenigen von Musa orn. chitt. ganz überein. Sie wiesen eine Länge von $7\,^1/_2$ mm, eine größte Breite von 5 mm und ein Gewicht von 55 mmgr auf. Die Schale war schwarz und ganz hart. Auch die durch Kreuzung Appelbacove ♀ × Musa ornata chittagong ♂ erhaltenen Samen waren denjenigen von Musa orn. chitt. ganz ähnlich. Wo ich aber mit Pollen von Musa basjoo bestäubt hatte, erhielt ich Samen, die viel größer waren, als diejenigen von

Appelbacove ♀ × Musa orn. chitt. ♂. Es zeigte sich also hier in der Samenbildung ein ganz deutlicher Einfluß des Pollens. Neben diesen, scheinbar vollkommen entwickelten Samen waren auch taube Samen vorhanden. Diese bestanden aus der gelb gebliebenen, wenig harten, pergamentartigen Samenschale. Diese tauben Samen lagen ganz flach gedrückt im Fruchtfleisch. Die erhaltenen Samen — mit Ausnahme von einem — übergab ich Herrn Dr. J. Kuyper*), zurzeit Botaniker an der Versuchsstation in Paramaribo, der so freundlich war, sie nach meiner Abreise auszusäen. Leider hat keiner derselben gekeimt.

Wie mir Dr. J. Kuyper später berichtete, erhielt er mit nachträglichen Keimungsversuchen mit Samen von Musa basjoo viel bessere Resultate, wenn er die Samen auf feuchtem Sand unter einer Glasglocke auslegte, als wenn er diese unter die Erde aussäte. Leider machte Dr. Kuyper diese Erfahrung erst längere Zeit, nachdem die von mir erhaltenen Samen unter die Erde ausgesät waren. Es ist sehr gut möglich, daß auch hier mit einem Aussäen auf die Erde bessere Resultate hätten erzielt werden können, umsomehr da die spätere Untersuchung des zurückbehaltenen Samens zeigte, daß in demselben ein normal entwickelter Embryo vorhanden war (s. pag. 92). Hierfür spricht auch eine von Tischler[34]) (pag. 49) mitgeteilte briefliche Notiz Wents. Went erhielt zufälligerweise aus einer Eßbanane auf Java Samen. Die daraus hervorgegangenen Pflanzen lieferten Früchte, die infolge der vielen darin vorkommenden Samen ganz ungenießbar waren.

Die von mir erzielte Samenbildung bei den sonst samenfreien Bananen von Surinam, ist also nur der Bestäubung zuzuschreiben. Ob die verschiedene Größe der Samen, die ich bei der Appelbacove erhielt, je nachdem ich mit Pollen von Musa orn. chitt. oder mit solchen von Musa basjoo bestäubte, durch verschieden stark entwickeltes Endosperm oder einen verschieden großen Embryo oder beides zusammen bedingt wird, kann ich, da diese Samen für Keimungsversuche verwendet wurden, nicht entscheiden. Diese Frage bedarf noch einer näheren Untersuchung.

II. Entwicklungsgeschichtlich-zytologische Untersuchungen an samenbildenden und samenfreien Bananen aus Surinam.

Das Material zu diesen Untersuchungen fixierte ich im Juni 1911, kurz vor meiner Abreise aus Surinam. Ich benützte dazu Flemming-

*) An dieser Stelle möchte ich Herrn Dr. J. Kuyper für seine Hilfe herzlich danken. Auch für das Fixieren von weiterem notwendigem Untersuchungsmaterial nach meiner Abreise, spreche ich ihm hiermit meinen besten Dank aus.

sche Lösung und das Gemisch von Carnoy (3 Teile Alk. abs. + 1 Teil Eisessig). Die sorgfältige Sortierung, die ich bei der Fixierung vornahm, hat mir die Bearbeitung des Materiales sehr erleichtert. Alles Material habe ich durch Übertragung aus Xylol in Paraffin eingebettet.

Bei der Bearbeitung zeigte sich alsbald, daß für meinen Zweck die Fixierung der Samenknospen mit Flemming'scher Lösung ungeeignet war. Die Samenknospen der Bananen sind in einer durchscheinenden Gallerte*) eingebettet und von vielen Zellfäden umgeben, die aus dem Fuß des Funikulus ihren Ursprung nehmen. Da nun die Flemming'sche Lösung die Samenknospen stark schwärzt, ist Aufhellung mit Wasserstoffdioxyd notwendig. Sobald aber die aufgeklebten Schnitte in alkoholische Lösungen geführt werden, die weniger als 70% Alkohol enthalten, fängt die Gallerte zu quellen an. Die Quellung in Wasser ist so stark, daß sich die Schnitte durch die Samenknospen meistens vom Objektträger ablösen. Wo nun die Fixierung mit dem Carnoy'schen Gemisch sich als sehr gut erwies, wurden die weiteren Untersuchungen mit diesem Material vorgenommen. Die Gallerte verursachte übrigens noch weitere Schwierigkeiten, sowohl beim Schneiden mit dem Mikrotom, als auch beim Aufkleben und Färben. Sie zeigte sich nach der Härtung als eine so harte Masse, daß das Schneiden mit dem Schlittenmikrotom von Reichert unmöglich war**).

Die Methode, die ich später mit gutem Erfolge benützte, war folgende: Die in Paraffin eingebetteten Fruchtknotenstücke wurden vorsichtig wieder aufgeschmolzen und in die drei Fruchtfächer zerteilt. Dann wurde jedes Fach mit den zwei Reihen Samenanlagen allein von neuem in Paraffin eingebettet. Diese Operation ließ sich leicht durchführen; die harte Gallerte schützt die Samenanlagen vor jeder Beschädigung. Damit war der Umfang der Gallerte in jedem Schnitte bis auf ca. $^1/_3$ verkleinert. Wo nun das Schneiden mit Reichert's Schlittenmikrotom sich noch als unvorteilhaft zeigte, benutzte ich das Minot-Zimmermann'sche Mikrotom. Ich erhielt nun sehr schöne Schnittserien, die ich auf den mit Eiweißglyzerin eingeriebenen Objektträgern ohne Benutzung von warmem Wasser aufklebte. Sobald nämlich Wasser von 40—50° C hinzutritt, quillt die Gallerte momentan auf und bildet eine weiße undurchsichtige Masse, die sich auch auf die Samenanlagen ausbreitet und die Präparate unbrauchbar macht. Ich mußte also Schnitt

---

*) Näheres über die Gallerte bei P. Jähkel[16]).

**) An dieser Stelle möchte ich auch Herrn K. Frank, Präparator am Institut, für seine Mithilfe herzlich danken.

für Schnitt mit dem Finger auf dem Objektträger andrücken. Um dabei gute Resultate zu erhalten, war es wieder nötig, das Paraffin so hart wie nur möglich zu schneiden, damit planglatte Schnitte erhalten wurden. Von einem Ausgleichen etwaiger Wellen in den Schnitten beim Aufkleben, war bei dieser Methode natürlich keine Rede. Bei einiger Übung geht das Aufkleben sehr gut, nur daß es in bezug auf Schnelligkeit der anderen Methode nachsteht. Es erwies sich als vorteilhaft, die Objektträger nach dem Andrücken der Schnitte über der Flamme zu erwärmen. Ich legte dazu etwa fünf mit Schnitten versehene Objektträger auf eine dicke Glasplatte und erwärmte diese vorsichtig über der Flamme, bis das Paraffin weich wurde. Auch bei der Färbung mußten wässerige Flüssigkeiten vermieden werden; durch das Quellen der Gallerte wurden sonst die Schnitte wieder vom Objektträger abgelöst oder doch die Samenanlagen von den Zellfäden verdeckt*).

Ich habe alle Präparate mit Samenanlagen mit Hämacalcium nach P. Mayer gefärbt. Wenn es auch nicht so distinkt färbt, wie Heidenhain's Hämatoxylin, so gab es doch genügend gute Resultate. Für das Studium der Pollenentwicklung habe ich mit Heidenhain's Eisenhämatoxylin gefärbt und zur Nachfärbung eine ganz schwache Lösung von Eosin in Alkohol gebraucht.

Ich habe die Entwicklung des Pollens von Musa ornata chittagong, Musa basjoo, der Appelbacove und von Gros-Michel studiert und sodann eingehend die Entwicklung der Samenanlage der Appelbacove, dabei die Art der Degenerierung feststellend. Für Gros-Michel konnte ich nachweisen, daß hier fast ohne Ausnahme alle Samenanlagen degenerieren. Zum Vergleiche mit den beiden Eßbananen untersuchte ich auch die Samenanlagenentwicklung bei Musa orn. chitt. Mein Alkohol-Eisessig-Material enthielt hier nur Stadien bis zu den ein- und zweikernigen Embryosackzellen; diese genügten aber vollkommen, um festzustellen, daß hier die Entwicklung ganz normal vor sich geht.

1. Entwicklung des Pollens von Musa basjoo Sieb. et Zucc. und von Musa ornata chittagong.

In den jüngsten Stadien meines Materials befanden sich die Kerne der Pollenmutterzellen im Synapsisstadium. Es zeigte sich hierbei, daß die Zusammenballung der Chromatinfäden zu einem dichten Knäuel

*) Später fand ich, daß Schnitte durch alte Samenanlagen sich wohl mit wässerigen Lösungen färben lassen. Die Gallerte quillt ebenfalls noch auf, doch nicht mehr so stark, und die größere Oberfläche des Längsschnittes durch die Samenanlage scheint auch eine bessere Anheftung am Objektträger zu ermöglichen.

auf einer Seite des Kernraumes stattfindet. Meistens liegt das Kernkörperchen nahe neben dem Fadenknäuel (Taf. IV, Fig. 1). Dann spinnen sich die Fäden wieder aus, und nach dem Zerfall in die Doppelchromosomen tritt das Stadium der Diakinese sehr deutlich hervor. Für Musa basjoo ist die Diakinese in Taf. IV, Fig. 2 wieder gegeben. Die Doppelchromosomen liegen an der Peripherie des Kernraumes. In diesem Stadium war es leicht, sowohl bei Musa basjoo als bei Musa orn. chitt. die Zahl der Doppelchromosomen auf 11 festzustellen. Die haploide Zahl der Chromosomen ist also 11, die diploide 22. Sehr deutlich tritt die Spaltung der Doppelchromosomen uns in Taf. VIII, Fig. 7 in einer Kernplatte von Musa ornata chittagong entgegen. Meistens scheinen die Chromosomen ungefähr isodiametrisch, hier aber zeigten wenigstens einige Stäbchenform.

Auffallend ist wohl die geringe Größe der Chromosomen im Verhältnis zu den großen Zellen. Die heterotypische Spindelfigur formt sich in ganz normaler Weise, wie dies Taf. IV, Fig. 3 für Musa basjoo und Taf. IV, Fig. 4 für Musa orn. chitt. dartun. Bei Musa basjoo ist die Spindelfigur etwas schief getroffen, bei verschieden tiefer Einstellung bekommt man deutlich die zwei auseinanderrückenden Platten zu sehen. Auch hier sind beiderseits deutlich 11 Chromosomen zu zählen, ebenso bei der gerade getroffenen Teilungsfigur von Musa orn. chitt. Letztere zeigt, wie die Kernteilung ganz auf eine Seite der Zelle verschoben sein kann. Bemerkenswert ist, daß ich in einem Falle bei Musa orn. chitt. (Taf. IV, Fig. 5) ein in der Äquatorialplatte zurückgebliebenes Chromosom nachweisen konnte, und zwar in einem Stadium, wo die anderen Chromosomen bereits an den Polen angelangt sind. Unter den vielen Teilungen, welche ich beobachtete, war dies jedoch der einzige Fall.

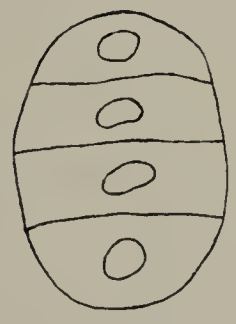
Sobald die Chromosomen an den Polen angelangt sind, formen sich die zwei Tochterkerne und zu gleicher Zeit schwillt die Spindelfigur tonnenförmig an und es bildet sich die Zellplatte aus, welcher eine Zellwand folgt. Die Kerne können dabei große Chromatinklumpen aufweisen (Taf. IV, Fig. 6), offenbar als Vorbereitung zur zweiten, homöotypischen Teilung. Die zweite Teilung erfolgt kurz nachher. Die Teilungsebenen der beiden Tochterzellen können einander parallel liegen oder in verschiedener Weise senkrecht aufeinander stehen. Es zeigt sich, daß die Spindelfiguren hier ebenso wie bei der heterotypischen Teilung sehr lang gestreckt sind (Taf. IV, Fig. 7). In letzterer Figur (Musa basjoo) sieht man in der unteren Zelle die eine Platte des Diasterstadium, wo wieder 11 Chromosomen wahrzunehmen sind. Hier stehen die Teilungsrichtungen in der Weise senkrecht aufeinander, daß

die am meisten vorkommende Form der Pollentetrade, das eigentliche Tetraëder, ausgebildet wird. Für Musa basjoo und Musa orn. chitt. sind jedoch solche Tetraden, wie in Taf. IV, Fig. 8 abgebildet ist, die Regel. Daneben finden sich aber auch Tetraden, wo die drei Teilungswände einander parallel sind und die vier Enkelzellen hintereinander liegen (Textfig. 2). Ganz vereinzelt kommen noch solche Tetraden vor, in denen die eine Tochterzelle sich durch eine Wand parallel der ersten Teilungswand, die andere durch eine Wand senkrecht zu derselben in zwei Enkelzellen teilt (Textfig. 1).

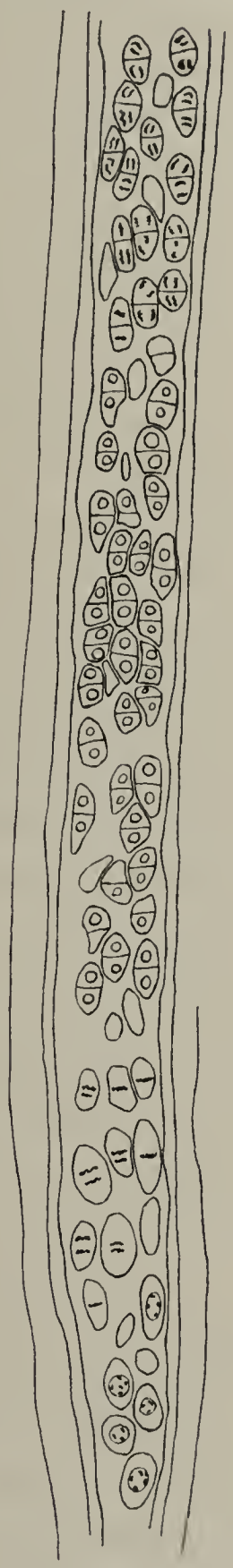
Bemerkenswert ist, daß die Teilungen der Pollenmutterzellen nicht nur in den verschiedenen Fächern derselben Anthere sehr ungleich weit vorgeschritten sind, sondern daß selbst in ein und demselben Fach große Entwicklungsunterschiede vorliegen. Es zeigt sich dabei, daß die Entwicklung in der Anthere von oben nach unten fortschreitet und daß der Übergang von einem Stadium ins andere fast lückenlos wahrzunehmen ist (Textfig. 3). So finden wir unten Pollenmutterzellkerne im Stadium der Ausspinnung des Chromatinfadens nach der Synapsis und solche im Stadium der Diakinese; dann folgen nach oben zu die heterotypischen Teilungen in verschiedenen Stufen, von der Kernplattenbildung an bis zu den fertigen Tochterkernen mit Zellplatte und fertiger Zellwand. Schließlich folgen die homöotypischen Teilungen bis zur Bildung der Enkelkerne und der Zellplatten.



Textfig. 1.



Textfig. 2.



Textfig. 3.

Die in den Pollenmutterzellen entstandenen Enkelzellen runden sich ab und lösen sich bald und ziemlich gleichzeitig aus dem Tetradenverbande los. Die jungen Pollenkörner machen den Eindruck von plasmaarmen Zellen. In meinem Material sind diese Stadien, unmittel-

bar nach der Loslösung aus dem Tetradenverbande, durch die Fixierung stark geschädigt worden, so daß die meisten Pollenkörner zusammengedrückt sind. Die Serie von Musa basjoo wurde mit dem Gemisch von Carnoy, die von Musa orn. chitt. mit der Flemming'schen Lösung fixiert, und bei beiden trat nur in diesem Stadium eine starke Schrumpfung auf. Dasselbe gilt für die Fixierung des Pollens von Gros-Michel und Appelbacove und der von Isola-Madre mitgenommene Musa basjoo. Die Schrumpfung bezog sich bei Musa orn. chitt. z. B. auf die Antheren der Blüten aus dem 11., 10., 9., 8., 7. Deckblatte der Blütenstandsknospe, während in solchen aus dem 6. und noch älteren Deckblättern eine Schrumpfung fast nicht vorhanden war.

In Blüten aus dem 5. Deckblatte sind die Kerne der jungen Pollenkörner meist in der Nähe der Wand gelagert, und hier erfolgt senkrecht zu letzterer, die Teilung des Kernes (Taf. IV, Fig. 9). Sehr gut war hier auch festzustellen, daß die Spindelfasern ungefähr parallel zueinander in der Hautschicht sich anheften, und auf der gegenüberliegenden Seite frei im Plasma endigen, ohne sich in einem Punkt zu vereinigen. Diese Tatsache entspricht also durchaus den Befunden von Friemann[12]) (pag. 17) bei Pollenkörnern anderer monokotyler Pflanzen. Nach der Teilung rückt der vegetative Kern ins Innere des Pollenkornes, während die generative Zelle zunächst noch an der Wand gelagert bleibt, dann allmählich nach innen wächst, sich schließlich ganz loslöst und ihre Stelle in der Nähe des vegetativen Kernes einnimmt. Wie Taf. IV, Fig. 10 (Musa orn. chitt.) ersehen läßt, ist während des Hineinwachsens und auch nachher keine Membran um die generative Zelle wahrzunehmen. Auch in den folgenden Stadien ist die spindelförmige generative Zelle nackt. In der Mitte dieser Zelle liegt der Kern (Taf. IV, Fig. 11).

Bei der Untersuchung dieser Stadien des Pollens von Musa basjoo und Musa orn. chitt. wurde ich durch das Auftreten schwarz gefärbter Körper in Plasma gestört. Bei den mit Flemming'scher Lösung fixierten Pollenkörnern von Musa orn. chitt. war die durch die Osmiumsäure verursachte Schwärzung so intensiv, daß mit Wasserstoffsuperoxyd nur eine relativ geringe Aufhellung bewirkt wurde, und selbst kräftigere Oxydationsmittel*) hatten keinen besseren Erfolg, auch dann noch nicht,

---

*) Bleichungsmethode nach Pal. $^1/_4$ %ige Lösung von Kalium hypermanganicum während 1 Minute einwirken lassen. Abspülen mit destilliertem Wasser. Sodann Eintragen in ein Gemisch von $^1/_2$ %igem Kalium sulfurosum und $^1/_2$ %iger Oxalsäure für 1 Minute. 10—15 Minuten Auswaschen in Wasser.

wenn das Antherengewebe schon vom Oxydationsmittel angegriffen wurde. Merkwürdigerweise trat die Schwärzung nach der Färbung auch bei den entsprechenden Stadien von Musa basjoo auf, welches Material mit Eisessigalkohol fixiert und mit Heidenhains Eisenhämatoxylin gefärbt worden war. Hier bildeten sich größere und kleinere Körner oder Klumpen, die das eine Mal über das ganze Pollenkorn verteilt, das andere Mal an bestimmte Stellen gebunden waren. Ich stellte nun an Material von Musa basjoo mikrochemische Farbreaktionen an. Es zeigte sich, daß Hinzufügen von 2 % Osmiumsäurelösung zu den Schnitten sofort Schwarzfärbung hervorrief. Die Reaktion mit Alkannatinktur und leichtes Erwärmen ergab das Auftreten vieler kleiner, rot gefärbter Tröpfchen. Ich glaube hieraus wohl auf das Auftreten von Fetten oder fettähnlichen Stoffen im Pollenkorn schließen zu dürfen.

2. Entwicklung des Pollens von Groß-Michel und Appelbacove.

Uber die unregelmäßigen Tetradenteilungen bei der Entwicklung des Pollens der Eßbananen hat schon Tischler[33]) berichtet. Er untersuchte die Varietäten „Dole“, „Radjah Siam“ und „Kladi“ und konnte neben unregelmäßigen Tetradenteilungen, überzähligen Kernen und Zellen noch die merkwürdige Tatsache feststellen, daß die drei Varietäten Dole, Radjah Siam und Kladi, 8, 16 und 24 als haploide Chromosomenzahlen führen und daß sich bei diesen Musarassen die Kernvolumina zur Zeit der Synapsis wie 1 : 2 : 3 verhalten.

Die jüngsten Stadien meines Materials, die der Pollenmutterzellen, weisen nichts Abnormes auf (Taf. IV, Fig. 12). Die chromatische Substanz des Kerns ist in Form größerer und kleinerer Körner vorhanden, die meist der Peripherie entlang liegen. Dazwischen verlaufen einige Fäden schwächer färbbarer Substanz; der Nukleolus liegt nahe dem Rande. Bemerkenswert ist nun, daß ich in den vielen Präparaten von Pollenmutterzellen und heterotypischen Teilungen niemals ein typisches Diakinesestadium fand. Wie ich unten näher beschreiben werde, beobachtete ich solche dagegen mehrmals bei der Embryosackentwicklung. Was nun die Entwicklung des Pollens von Gros-Michel betrifft, so ist zu betonen, daß ich hier fast nie eine regelmäßige Teilung fand. Einen Typus einer solchen unregelmäßigen Teilung stellt die Taf. VIII, Fig. 6 dar. In der langgestreckten Spindelfigur liegen die Chromosomen sehr unregelmäßig verteilt. Den Polen bereits stark genähert, finden wir an beiden Seiten je ein Chromosom. Ob man es hier mit einer Reduktionsteilung

zu tun hat, wird bei der Besprechung der unregelmäßigen Teilungen im Embryosack von Gros-Michel erörtert werden. In der überwiegenden Mehrzahl der Fälle sind die Tochterzellen abnorm entwickelt, und zwar findet man alle möglichen Stufen der Abnormität. So beobachtete ich auch solche, die auf den ersten Anblick normal aussahen; in der Nähe des einen Kernes war dann aber öfters ein gesondertes Chromosom aufzufinden, das also nicht mehr in die Kernbildung aufgenommen worden war. Meistens sind die Abnormitäten aber stärker ausgeprägt, wie dies z. B. Taf. IV, Fig. 13 darstellt. Auf beiden Seiten hat sich je ein großer Kern geformt; überdies liegt auf der einen Seite noch ein kleinerer Kern und in der Nähe der in Bildung begriffenen Kernplatte finden sich sowohl einzelne Chromosomen, als auch ganz kleine Kerne, die aus zwei Chromosomen entstanden sind. Welche sonderbare „Tetraden" schließlich aus den unregelmäßigen Teilungen hervorgehen können, zeigt Taf. V, Fig. 1. Hier sind 11 Einzelzellen mit je einem Kern zu sehen. Eine größere Zahl Tetradenzellen habe ich nie gefunden, dagegen öfters solche Fälle, wo die Zahl der Zellen geringer war, eine Zelle aber mehrere Kerne enthielt. Bei der Appelbacove beobachtete ich nie eine so große Zahl Enkelzellen, höchstens deren fünf; Taf. V, Fig. 2 zeigt ein Stadium, bei dem zwar nur vier Enkelzellen vorhanden sind, deren untere Zelle aber vier Kerne enthält. Taf. V, Fig. 3 stellt ein Zweitochterzellenstadium vor. In der oberen Zelle liegt nahe der oberen Wand noch ein kleiner Kern. Während die Tetradenteilungen der Appelbacove also weniger abnorm erscheinen, als die bei Gros-Michel, so tritt bei der Appelbacove eine andere Degenerationserscheinung stärker hervor. Wenn wir z. B. Taf. V, Fig. 3 mit Taf. V, Fig. 5 und Taf. V, Fig. 2 mit Taf. V, Fig. 4 vergleichen, so fallen sofort die bedeutenden Größenunterschiede der einzelnen „Tetraden" auf. Die kleineren zeichnen sich dadurch aus, daß ihr Plasma ziemlich dichtkörnig ist, viel Farbstoff speichert und die Kerne sich weniger stark vom Zytoplasma abheben als in den anderen Fällen. In demselben Antherenfach fand ich auf der einen Seite solche ganz kleine, auf der anderen die größeren Formen. Es gibt jedoch auch Antherenfächer wo alle Tetraden verkümmert sind. Diese starke Degeneration erklärt auch die Tatsache, warum ich in den Antheren von Appelbacove fast keinen Pollen vorfand, während die Antheren von Gros-Michel doch immer noch solchen enthielten, wenn er auch degeneriert war.

Taf. V, Fig. 6 zeigt junge Pollenkörner der Appelbacove kurz nach der Loslösung aus dem Tetradenverbande. Dieser Komplex von

fünf Körnern lag etwas gesondert von den anderen und gehörte offenbar zu derselben „Tetrade“. Sehr deutlich treten hier die Größenunterschiede hervor. In einigen Pollenkörnern finden sich zwei oder drei Kerne. Dieser Fall wäre einigermaßen zu vergleichen mit der Angabe von Schürhoff[31]).

Wie ich schon bemerkte, sind die älteren Stadien sowohl bei den normalen Arten, Musa orn. chitt. und Musa basjoo, als auch bei Gros-Michel und Appelbacove stark geschrumpft. Bei der Appelbacove geht die Degeneration unzweifelhaft noch weiter, so daß in den „reifen“ Antheren kein Pollen mehr vorhanden ist. Bei Gros-Michel konnte ich in vielen Pollenkörnern das Vorhandensein einer generativen Zelle nachweisen. Die Textfigur 4 gibt das Aussehen des fertigen Pollens von Gros-Michel wieder. Die Zeichnung zeigt ferner wie einzelne Körner fast völlig plasmafrei sind.



Textfig. 4.

3. Die Pollenentwicklung von Musa basjoo (Isola Madre, Langensee) und Musa Ensete (botanischer Garten Zürich).

Auf einer botanischen Exkursion nach den oberitalienischen Seen, unter Leitung von Herrn Prof. Dr. Hans Schinz erhielt ich durch seine freundliche Vermittlung einen Blütenstand einer im Garten der Isola Madre wachsenden Musa basjoo. Später übergab Herr Prof. Dr. Schinz mir auch noch einen Blütenstand von einer im Warmhaus des botanischen Gartens gezogenen Musa Ensete. Es freut mich, ihm für seine Liebenswürdigkeit auch an dieser Stelle herzlich danken zu können.

Die auf Isola Madre gezogenen Bananen bilden eine Gruppe von etwa fünf Pflanzen. Verglichen mit dem Habitus von Musa basjoo in

Surinam, zeigten sich diese Pflanzen vegetativ schwach entwickelt; die Farbe der Blätter war ein ungesundes Gelbgrün. Einige Pflanzen blühten. Die weiblichen Trugzwitter waren gerade verblüht, so daß ich nur die Knospe der männlichen Trugzwitter mitnehmen konnte. Da ich keine Glasröhrchen bei mir hatte und die Fixierung ohne Sortierung für die nachherige Bearbeitung viele Schwierigkeiten ergeben hätte, nahm ich die ganze Blütenstandknospe im Rucksack mit nach Zürich, wo Teile derselben zwei Tage später im Gemisch von Carnoy fixiert wurden. Die Untersuchung zeigte, daß hier die Tetradenteilungen sich in Blüten aus dem 56. Deckblatte vorfinden.

Diese Tetradenteilungen zeigten sich alle völlig regelmäßig, nie beobachtete ich ein zurückgebliebenes Chromosom oder überzählige Kerne oder Zellen. Auch die meist völlig entwickelten Pollenkörner zeigten sich normal. Doch fanden sich relativ viele plasmaarme Körner vor.

Am Blütenstand einer Musa Ensete aus dem Warmhaus des botanischen Gartens konnte ich feststellen, daß fast alle Pollenkörner normal aussahen und daß mehrere in den reifen, geöffneten Antheren gekeimt hatten. Weitere Untersuchungen über die Tetradenteilungen schienen mir deshalb an diesem Objekt ohne weiteres Interesse. Ich muß hierbei noch bemerken, daß die Musa Ensete im Juli 1912 zu blühen anfing, als sie im Freien stand, und daß ich den noch immer weiterblühenden Blütenstand ungefähr 12 Monate später bekam.

Obwohl also sowohl Musa basjoo auf Isola-Madre, als Musa Ensete aus dem botanischen Garten offenbar unter ganz abnormen Verhältnissen wuchsen, zeigten die männlichen Fortpflanzungszellen doch keine Abweichung vom normalen Verhalten.

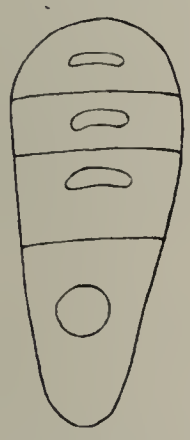
4. Die Tetradenteilungen in der Samenanlage von Musa ornata chittagong*).

Im Fruchtknoten von Musa liegen die Samenanlagen so, daß man bei Querschnitten durch den Fruchtknoten, Längsschnitte durch die Samenanlagen bekommt. Die längliche Embryosackmutterzelle befindet sich am Vorderende des Nuzellus, nur durch eine Zelllage von der charakteristischen Epidermis, deren Zellen ein fächerförmiges Gebilde darstellen, geschieden. In der länglichen Embryosackmutterzelle liegt der Kern meistens der Mikropylarseite etwas genähert. Im ruhenden

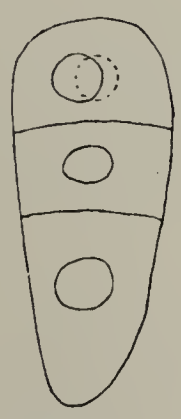
*) Wo die Entwicklung des Embryosackes von Musa orn. chitt. keine Abnormitäten zeigt, habe ich keine Zeichnungen hergestellt, in der Absicht, so viel als möglich die Unregelmäßigkeiten bei der Appelbacove und der Gros-Michel in Bildern festzulegen.

Zustand weist er ein Netzwerk auf; in den Fäden liegen größere und kleinere stärker färbbare Körnchen verteilt. Das Synapsisstadium wurde nicht wahrgenommen, dagegen wohl die Diakinese. Einzelne Doppelchromosomen zeigen deutlich ihren Aufbau aus zwei Elementen. Die erste Teilungsebene steht senkrecht auf der Längsachse der Embryosackmutterzelle. Die Teilung erfolgt völlig normal, und sobald die Chromosomen an den Polen angelangt sind, werden die Tochterkerne ausgebildet. Zu gleicher Zeit schwillt die Spindelfigur tonnenförmig an und es folgt die Anlage der Zellplatte, die bald durch die Zellwand ersetzt wird, wodurch die Embryosackmutterzelle in zwei Tochterzellen zerlegt ist. Die beiden Kerne haben eine längliche Gestalt, deren Längsachse parallel der neuen Zellwand verläuft.

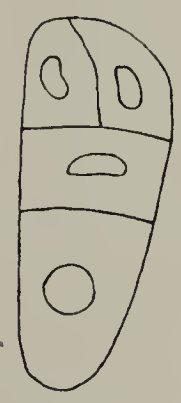
Die zweite Teilung folgt bald nach, und zwar meistens in beiden Tochterzellen zu gleicher Zeit. Die Teilungswand der unteren Zelle wird fast immer parallel zur ersten Wand angelegt. Anders verhält



Textfig. 5.



Textfig. 6.



Textfig. 7.

es sich dagegen bei der Teilung der oberen Zelle, die in drei verschiedenen Richtungen stattfinden kann, so daß die fertigen Tetraden folgendes Aussehen haben können (Textfig. 5, 6, 7.).

Das in Textfig. 7 abgebildete Verhalten kommt hier am meisten vor. Bemerkenswert ist, daß bei den Teilungen die Chromosomen immer sehr dicht aneinander gelagert bleiben. Die Verklebung ist so stark, daß auch in den verschiedensten Stadien des Auseinanderweichens Chromosomenzählungen fast immer unmöglich sind. Nur in einem Falle gelang die Zählung, und konnte ich wieder die Zahl 11 feststellen. Meistens wird schon bei der ersten Teilung die Embryosackmutterzelle in zwei ungleiche Hälften zerlegt, von denen die untere die größere ist. Bei der homöotypischen Teilung der unteren Tochterzelle ist dies nicht mehr so ausgesprochen der Fall. Bald zeigt sich, daß die untere Enkelzelle auszuwachsen beginnt und die drei oberen Zellen nach und nach verdrängt. Dann treten in der sich vergrößernden Embryosack-

zelle die ersten Vakuolen auf und es erfolgt die Kernteilung. In meinem Material konnte ich auch das zweikernige Stadium noch nachweisen. Es zeigt sich also, daß in den Samenanlagen von Musa orn. chitt. die Tetradenteilung völlig regelmäßig vor sich geht.

5. Die Entwicklung der Samenanlage von Appelbacove und von Gros-Michel.

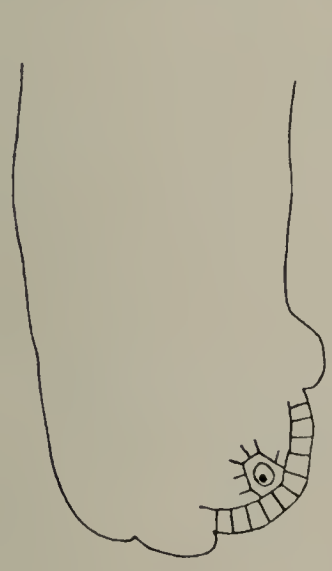
Über die Entwicklung der Samenanlagen der Bananen lagen bis vor kurzem fast gar keine Angaben vor. Die Arbeit von Humphrey[15]) behandelt die Gattung Musa auch nur ganz kurz (pag. 28ff). Während des Druckes meiner vorläufigen Mitteilung[1]) über diesen Gegenstand erschien die Arbeit von Tischler[34]), in der viele Tatsachen über die Embryosackverhältnisse bei Musa klargelegt werden. Er stellte dabei u. a. fest, daß die Degeneration im Nuzellusgewebe, welche in normalen Fällen einsetzt, um Platz für den wachsenden Embryosack zu machen, ebenso auftritt, wenn kein Embryosack vorhanden ist. Weiter beobachtete er bei verschiedenen Rassen, daß die Entwicklung des Embryosackes zu verschiedenen Zeiten einsetzen kann. Bei Musa coccinea, einer fertilen Musa, und bei Musa sapientum „Radjah-Siam" konnte er eine Befruchtung feststellen.

Nachdem ich schon in Surinam gefunden hatte, daß in den meisten Samenanlagen der Appelbacove und von Gros-Michel die Embryosäcke degeneriert sind, war bei der eingehenden zytologischen Untersuchung noch der Zeitpunkt dieser Degeneration festzustellen. Dabei ergab sich, daß bei der Appelbacove neben frühzeitig degenerierenden auch noch weiter entwickelte Embryosäcke vorkommen, deren Entwicklungsgang ich möglichst vollständig zu verfolgen trachtete. Die Untersuchung war an und für sich nicht schwierig, nur daß sie sehr viel Zeit erforderte. Hunderte von Samenanlagen wurden in Schnitte zerlegt und wiesen nur degenerierte Embryosäcke auf; nur wenige zeigten eine Weiterentwicklung oder eine erst spät erfolgende Degenerierung.

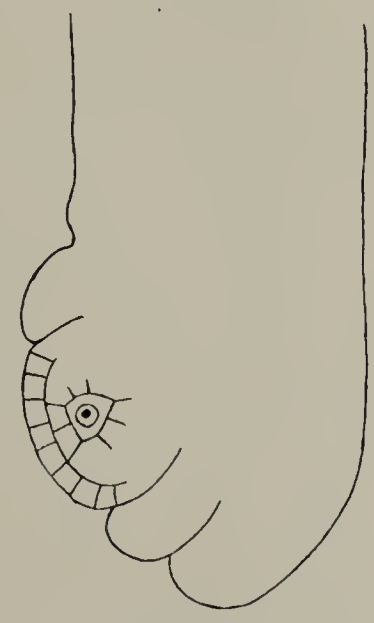
Die Samenanlagen entwickeln sich in jedem Fruchtknotenfache in zwei Reihen aus der Placenta. In den jüngsten Stadien meines Materiales sind sie als gerade gestreckte Säulchen zu erkennen, die kaum eine Andeutung einer Umbiegung aufweisen. Während sie sich nun nach außen umzubiegen beginnen, hebt sich eine subepidermale Zelle durch ihr Größe und stärkere Färbbarkeit allmählich von den anderen ab.

Zugleich tritt das innere Integument in Form zweier kleiner Wülste (im Längsschnitt) auf, und es werden auch bereits Andeutungen des äußeren Integumentes bemerkbar (Textfig. 8).

Die Archesporzelle teilt sich nun durch eine Querwand; von den so entstandenen Tochterzellen teilt sich die vordere nochmals der Länge nach (Textfig. 9). Damit ist die Embryosackmutterzelle durch eine Zellage von der Epidermis geschieden, wie dies deutlich aus Taf. V, Fig. 7 hervorgeht. Diese Lage behält die Embryosackmutterzelle bei. Gleich an dieser Stelle sei darauf aufmerksam gemacht, daß die vordersten Epidermiszellen nachher zu der die Spitze des Nuzellus einnehmenden fächerförmigen Zellgruppe auswachsen. In Textfig. 9 erfolgt die Umbiegung der Samenanlage nach links. Das innere Integument ist bereits bedeutend gewachsen, während sich das äußere deutlich



Textfig. 8.



Textfig. 9.

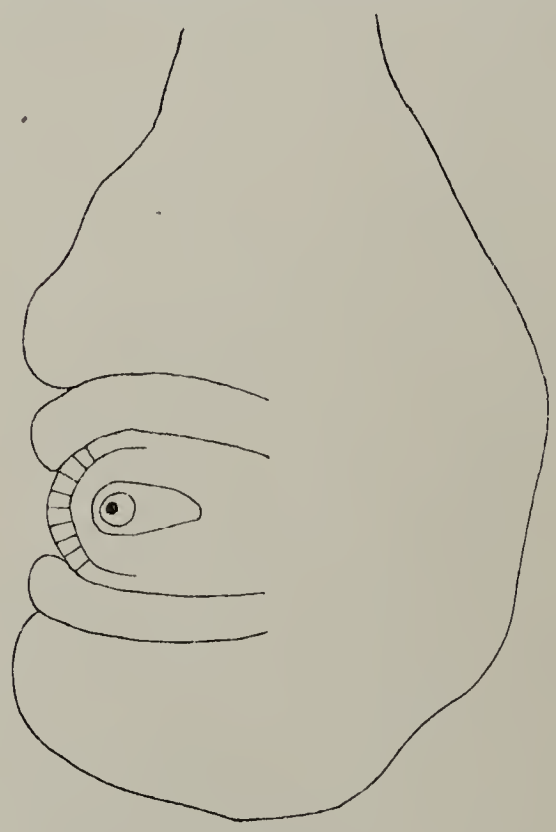
hervorwölbt. Ein späteres Stadium, wo der Drehungswinkel bereits 90° beträgt, ist in Textfig. 10 dargestellt. Hier hat das äußere Integument das innere fast ganz eingeholt. Die junge Samenanlage mit der Embryosackmutterzelle ist in Textfig. 11 dargestellt. Die Lage der Embryosackmutterzelle im Nuzellus ist schwarz angedeutet. Mit einer gestrichelten Linie ist schematisch der Umriß des fertig entwickelten Embryosackes angedeutet, und mit den Punkten auf beiden Seiten die Art, wie die Degenerierung des Nuzellusgewebes bei der Vergrößerung des Embryosackes einsetzt.

Zweimal fand ich junge Samenanlagen mit zwei Embryosackmutterzellen. Einer der beiden Fälle ist in Taf. V, Fig. 8 dargestellt. Eine schmale Zelle mit kleinem Kern befindet sich zwischen den beiden Embryesackmutterzellen. Der andere Fall läßt sich nicht gut zeichnen, weil die zwei Zellen ein wenig überoinanderliegen. Dieser Fall zeigte, daß

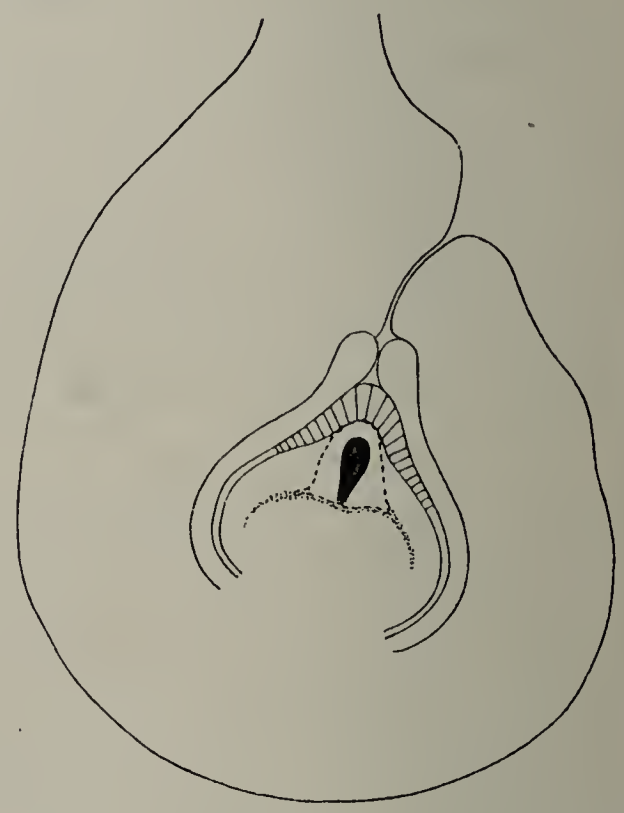
selbst in ein- und derselben Samenanlage die Entwicklung ungleich stark vorgeschritten sein kann: Die eine Embryosackmutterzelle wies den Kern noch im Ruhestadium auf, während die andere sich bereits in zwei Tochterzellen zerlegt hatte.

Bemerkenswert ist noch das baldige Auftreten einer verdickten Membran, welche mit Ausnahme der Vorderseite rund um die Embryosackmutterzelle sich ausbildet. Diese Verdickung setzt sich auch noch eine kleine Strecke weit auf die Zellwände der benachbarten Zellen fort. Wie die mikrochemischen Reaktionen ergaben, haben wir es hier mit verholzten Membranen zu tun.

Die geschilderte Entwicklung der Samenanlagen gilt sowohl für die Appelbacove, wie auch für Gros-Michel.



Textfig. 10.



Textfig. 11.

Gehen wir nun über zur Beschreibung der weiteren Embryosackentwicklung der Appelbacove. Der Kern der Embryosackmutterzelle liegt der Mikropylarseite etwas genähert. Im ruhenden Zustand (Taf. V, Fig. 9) weist er eine fadenartige Struktur mit vereinzelten kleinen, dunkler gefärbten Körnchen auf. Das umgebende Zytoplasma besitzt einen wabenartigen Bau; Vakuolen treten darin nicht auf. Hier ist denn auch von Plasmaarmut nichts zu bemerken. Sehr deutlich tritt das Stadium der Synapsis hervor. Die Chromatinfäden häufen sich an einer Seite des Kernraumes zu einem Knäuel an, während das Kernkörperchen meistens daneben liegt (Taf. V, Fig. 10). Während der Diakinese (Taf. V, Fig. 11) ließ sich die Chromosomenzahl nicht mit

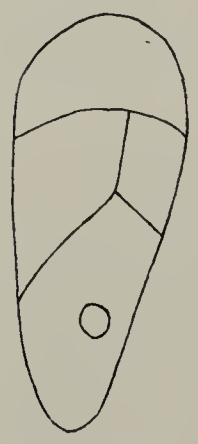
Sicherheit feststellen und ebensowenig bei der bald darauf folgenden Teilung des Kernes. Die Chromosomen scheinen, wie bereits Tischler bemerkte, sehr stark miteinander zu verkleben, wodurch die Zählung natürlich sehr erschwert wird.

Die erste Teilung kann ganz regelmäßig vor sich gehen (Taf. V, Fig. 12). Nach der Trennung der Chromosomen, der Bildung der Tochterkerne und des Phragmoplasten entsteht eine Querwand, welche die Embryosackmutterzelle ganz ähnlich wie bei Musa orn. chitt. in eine größere hintere und eine kleinere vordere Tochterzelle zerlegt. Die zweite Teilung kann ebenfalls regelmäßig vor sich gehen, wodurch dann die fertige Tetrade gebildet wird. Es zeigt sich, daß die Teilung in der vorderen Tochterzelle, wieder ganz in Übereinstimmung mit der Entwicklung von Musa orn. chitt., in verschiedener Richtung stattfinden kann, sodaß auch wieder Tetraden von ähnlicher Gestalt (s. S. 83) gebildet werden können. Während nun bei Musa orn. chitt. die hintere Zelle sich immer so teilt, daß die Teilungsebene der ersten Teilungswand parallel liegt, fand ich bei der Appelbacove auch ein Beispiel, wo die neugebildete Wand senkrecht zur ersten verlief.

Bevor ich nun zur weiteren Entwicklung übergehe, die mit der Verdrängung der drei oberen Zellen anfängt, möchte ich noch die abnormen Tetradenteilungen besprechen. Bereits die erste Teilung kann anormal sein (Taf. VI, Fig. 1). In der längsgestreckten Spindel liegen die Chromosomen sehr ungleich verteilt. Wenn sie richtig in einer Kernplatte angeordnet gewesen sind — dies ist natürlich nicht zu erforschen — so muß ihr Auseinanderweichen ungleichzeitig oder ungleich schnell erfolgen. Das Resultat einer solchen unregelmäßigen heterotypischen Teilung ließ sich nicht mit Sicherheit nachweisen, weil die zweite Teilung in den meisten Fällen sofort auf die erste zu folgen scheint und man also meistens das gemeinsame Resultat beider Teilungen vor Augen bekommt. So ist es wohl möglich, daß einer der beiden kleinen Kerne in der unteren Enkelzelle in Taf. VI, Fig. 3 schon durch die unregelmäßige erste Teilung entstanden ist, doch können ebensowohl alle drei Kerne einer unregelmäßigen zweiten Teilung ihre Bildung verdanken. Auch die zweite Teilung kann nämlich unregelmäßig erfolgen (Taf. VI, Fig. 2). In der unteren Zelle sieht man vier Chromosomen bereits an dem einen Pol angelangt, während die anderen Chromosomen noch in der Nähe der Äquatorialebene liegen. Auch hier ist das Auseinanderweichen ungleichschnell oder ungleichzeitig erfolgt. Es ist zwar auch möglich, daß die vier Chromosomen überhaupt nicht in der Äquatorialplatte gelegen haben, was vielleicht

auf die abnormale Anlage der Spindelfasern zurückzuführen ist. Während dieser Teilungen leiden die betreffenden Zellen noch nicht an Plasmaarmut, wohl aber bald nachher.

Betrachten wir nun die Figuren, die unregelmäßige Tetraden darstellen. Taf. VI, Fig. 3 zeigt einen Komplex von vier Zellen. Die oberen drei sind bereits stark in Degenerierung begriffen, Plasma und Kerne speichern viel Farbstoff. Die untere Zelle weist drei Kerne auf. Jedenfalls sind die Chromosomen auch hier zu ungleicher Zeit an den Polen angelangt, so daß die ersten sich bereits zu einem Kern formten, bevor die zweiten sich mit ihnen vereinigen konnten. Und so sind statt einem, mehrere Kerne entstanden. Taf. VI, Fig. 4 läßt auf ein ähnliches Verhalten schließen, nur daß hier die beiden unteren Enkelzellen je zwei Kerne besitzen. Auch hier ist wie in all diesen Fällen ein Unterschied in der Größe der Kerne wahrzunehmen. Taf. VI, Fig. 5 zeigt eine „Tetrade" von fünf und Taf. VI, Fig. 6 sogar eine solche von sechs Enkelzellen. Neben solchen traten auch weniger ausgeprägt abnorme Fälle auf, so z. B. der in Textfig. 12 wiedergegebene. Hier läßt sich die merkwürdige Anordnung der Zellen ebenfalls nicht durch regelmäßige Tetradenteilungen erklären.



Textfig. 12.

Die Figuren 7 und 8, Taf. VI weisen wieder andere Abnormitäten auf. In Fig. 7 ist überhaupt keine Zellwandbildung erfolgt; in Fig. 8 nur eine, nach der ersten Teilung, während nach der zweiten Teilung, die nur in der unteren Tochterzelle erfolgte, keine Wandbildung stattfand. In beiden Figuren fallen die zahlreichen Vakuolen auf, deren Anwesenheit wohl auf Plasmaarmut schließen läßt.

Ob nun in solchen Fällen eine Weiterentwicklung der unteren Enkelzelle stattfindet, läßt sich kaum sagen. Es ist ja sehr gut möglich, daß ein Kern, wie in der unteren Zelle von Taf. VI, Fig. 5 die normale Zahl von Chromosomen erhalten hat und daß ihm in dieser Hinsicht nichts Abnormes anhaftet. Wo die untere Zelle schon angefangen hat, die oberen zu verdrängen, läßt sich die ursprüngliche Zahl der Tetradenzellen oft nicht mehr mit Sicherheit nachweisen. In den meisten Fällen findet keine weitere Entwicklung dieser Stadien statt. Die vielen Samenknospen mit degeneriertem Embryosack, die ich geschnitten habe, zeigten, daß die Degenerierung in der Mehrzahl der Fälle während der Tetradenteilung eingetreten ist. Dies tritt deshalb so klar zutage, weil bei der weiteren Entwicklung des Embryosackes, wie unten näher besprochen wird, die Form und Größe desselben sich

bald ändert. Aus der Form des degenerierten Gebildes kann man also erkennen, auf welchem Stadium die Degeneration stattgefunden hat. Nun weisen die meisten Samenanlagen eine kleine zerdrückte Zelle auf, in der oft noch Reste von Kernen oder Klumpen dunkelgefärbten Protoplasmas zu erkennen sind; ebenso sind öfters die Teilungswände noch nachzuweisen. Meistens sind die Zellen aber leer oder enthalten noch die zusammengeschobenen Teilungswände oder einige gelbe Inhaltsstücke. Findet die Degenerierung im Tetradenstadium (Taf. VI, Fig. 9) nicht statt, so wächst die untere Enkelzelle kräftig aus. Eine oder mehrere Vakuolen treten in ihrem Inneren auf. Die drei Zellen, die verdrängt werden, zeigen bald Merkmale der Degeneration. Ihr Plasma wird gleichmäßig und sehr stark gefärbt, die Kerne ebenfalls, und schließlich verschwinden diese (Taf. VI, Fig. 10). Es bleibt an der Vorderseite der Embryosackzelle nur noch eine dunkelgefärbte Kappe übrig (Taf. VI, Fig. 11), in der gelegentlich noch Reste von Kernen zu entdecken sind. Zuletzt ist von den verdrängten Zellen nichts mehr zu sehen (Taf. VI, Fig. 12). Der Kern der Embryosackzelle ist inzwischen sehr stark gewachsen, wie aus der Vergleichung der Figuren 10, 11 und 12 hervorgeht. Während dieser Entwicklung ist aber die ursprüngliche Größe der Embryosackmutterzelle nicht überschritten worden. Die Embryosackzelle vergrößert sich also zunächst nur auf Kosten der drei Enkelzellen. Ob daneben noch eine direkte Entwicklung der Embryosackmutterzelle zur Embryosackzelle stattfindet, ist eine Frage, die sich nicht ohne weiteres entscheiden läßt. Das eigentümliche Aussehen mancher Embryosackkerne (Taf. VI, Fig. 13) läßt diese Vermutung einigermaßen gerechtfertigt erscheinen. Die Frage, ob eine direkte Entwicklung ohne Tetradenteilung auftritt, ist auch deswegen schwierig zu beantworten, weil in ein und demselben Fach eines Fruchtknotens die Embryosäcke so ungleichweit entwickelt sind. Man kann hier nicht, wie dies für den Pollen auf S. 77 beschrieben wurde, eine fast lückenlose Serie von regelmäßig aufeinanderfolgenden Stadien vorfinden. Hier liegen sie regellos durcheinander. So fand ich in einem Stückchen eines Fruchtknotenfaches der Reihe nach Samenanlagen mit folgenden Stadien der Embryosackentwicklung:

1. Bildung der beiden Tochterkerne und Ausbildung der Zellplatte.
2. Unregelmäßige heterotypische Teilung.
3. Embryosackmutterzelle.
4. Zwei Tochterzellen.
5. Zweikerniger Embryosack.
6. „Tetrade“ aus fünf Zellen bestehend.

7. Tetrade aus vier Zellen.
8. Einkerniger Embryosack.
9. Embryosackzelle im Begriffe die vorderen Zellen zu verdrängen.

Es sind also die verschiedenen Phasen nicht nur regellos verteilt, sondern die Unterschiede in der Entwicklung auch viel bedeutender, als in dem auf Seite 77 besprochenen Beispiel eines Antherenfaches. So fand ich hier Embryosackmutterzellen und zweikernige Embryosäcke nebeneinander. Wären in einem Fache des Fruchtknotens alle Embryosäcke ungefähr gleichweit entwickelt gewesen, oder hätten sie von unten nach oben eine regelmäßige Entwicklungsreihe gebildet, so wäre das Auftreten von Samenknospen mit Embryosackzellen, neben solchen mit Embryosackmutterzellen für die Frage wohl ausschlaggebend gewesen.

Aus der obenstehenden Liste ersieht man ferner, daß Samenanlagen mit „Tetraden" von fünf Zellen regellos verteilt zwischen solchen mit regelmäßigen Tetraden liegen. Auch auf späteren Stadien finden sich weiter entwickelte Samenanlagen zwischen vielen anderen mit degenerierten Embryosäcken. Dies beweist, daß die Degenerierung unabhängig von der Insertionsstelle der Samenanlagen im Fruchtknoten auftritt.

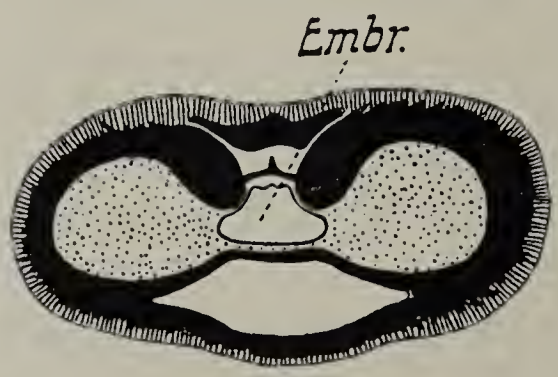
Bevor ich nun auf die weitere Entwicklung bis zum mehrkernigen Embryosacke eingehe, muß ich noch das eigentümliche Verhalten einiger Embryosackmutterzellkerne erwähnen. In einem Falle blieb der Kern an der Hinterseite der mit größeren und kleineren Vakuolen erfüllten Embryosackmutterzelle (Taf. VIII, Fig. 1). Er zeigte gegen diese Seite hin eine Art Aussprossung, deren Länge größer war als der Diameter des Kernes. Am Ende derselben liegt ein kleiner Nukleolus, um welchen herum einige Chromatinkörnchen gruppiert sind, indes die Hauptmasse der chromatischen Substanz im kugeligen Teil zurückgeblieben ist. Taf. VIII, Fig. 2 zeigt einen noch extremeren Fall. Hier ist die Aussprossung noch weiter vorgeschritten, so daß man hier fast von einem zweiten, jungen Kern reden kann, der noch durch einen dünnen Strang mit dem Schwesterkern in Verbindung geblieben ist. In diesem neuen Teil ist kein Nukleolus vorhanden, dagegen mehr chromatische Substanz als in der Ausbuchtung des in Taf. VIII, Fig. 1 dargestellten Kerns. Außer den beschriebenen fand ich noch einige weitere ähnliche Fälle, und solche, wo der Kern eben angefangen hatte sich auszustülpen. Eine Chromosomenbildung konnte ich dabei nie entdecken. Ohne Zweifel handelt es sich hier um eine durch Degeneration verursachte amitotische Teilung. Ein interessantes Stadium

ist auch in Taf. VIII, Fig. 3 abgebildet. In dem mit vielen Vakuolen versehenen Plasma liegen zwei Kerne, die aussehen, als ob sie durch Durchschnürung entstanden wären. Das merkwürdige aber ist, daß hier eine Spindelfigur ausgebildet ist und daß in beiden Teilstücken chromosomenartige Gebilde zu bemerken sind. In der Äquatorialebene findet eben die Anlage der Zellplatte statt. Es handelt sich hier jedenfalls um eine Embryosackmutterzelle. Ein ganz ähnliches Stadium bildet Juel[17]) für Syringa rothomagensis ab (s. seine Fig. 11).

Verfolgen wir nun die weitere Entwicklung. Ist der Embryosack im Stadium der Taf. VI, Fig. 12 angelangt, so findet die Vergrößerung des Zellraumes nach der Mikropyle zu statt. Dabei werden die Zellen des Nuzellus, die zwischen dem Embryosack und dem fächerförmigen Teil der Nuzellusepidermis liegen, zerdrückt und aufgelöst, so daß der Embryosack von nun an direkt an die Nuzellusepidermis angrenzt. Während dieses Wachstums ist die Zelle immer noch einkernig. Die Taf. VII, Fig. 1 u. 2 geben eine Vorstellung, wie der Embryosack sich nach vorn verlängert und verbreitert hat. Fig. 1 zeigt sogleich einen Fall der Kernteilung im Embryosack. Man sieht, daß hier das Wachstum des Embryosackes nach vorn vollendet ist. Leider ließ die Teilung eine Chromosomenzählung nicht zu. Dies war der einzige Fall, den ich in meinen Präparaten auffinden konnte. Obschon daneben im gleichen Fruchtknoten zahlreiche heterotypische und homöotypische Teilungen stattfanden, traf ich doch auf kein weiteres Teilungsstadium im Embryosacke selbst, ebensowenig in Samenanlagen anderer Fruchtknoten, die aus den Achseln älterer Brakteen desselben Blütenstandes entnommen und zu gleicher Zeit fixiert worden waren.

Ist die Teilung vollzogen, so liegen die zwei Kerne nebeneinander (Taf. VII, Fig. 2); doch finden sie sich nicht immer an der Vorderseite des Embryosackes, sie können auch am Chalazaende liegen. Später findet eine Auseinanderwanderung statt, so daß dann der eine Kern am Chalaza- der andere am Mikropylarende anzutreffen ist (Taf. VII, Fig. 3). In diesem Stadium ist zwischen den beiden Kernen ein großer Saftraum zu bemerken. Wenn man Taf. VII, Fig. 2 u. 3 miteinander vergleicht, sieht man, daß der Embryosack noch eine weitere Verbreiterung erfahren hat, die noch fortschreitet, wie aus dem vierkernigen Stadium (Taf. VII, Fig. 4) ersichtlich ist. Hier sehen wir je zwei Kerne an beiden Seiten des großen Saftraumes nahe beisammen liegen. Auch achtkernige Embryosäcke konnte ich auffinden (Taf. VII, Fig. 5). Hier hat sich der Embryosack bereits stark vergrößert, auch die Ausweitung nach den beiden Seiten, welche ich in Textfig. 11 schematisch

andeutete, hat eingesetzt. An der Chalazaseite liegen vier Kerne in zwei Gruppen. Am gegenüberliegenden Pole bemerkt man um zwei Kerne eine deutliche Zellbildung. Diese Stadien sind sehr schwierig zu schneiden; die Gallerte ist so hart, daß die Schnitte vielfach zerrissen werden. Diesem Umstand ist es wohl zuzuschreiben, daß ich öfters Embryosäcke fand, die deutlich die drei Antipodenkerne am Chalazaende enthielten, während der Eiapparat entweder zerrissen oder ganz fortgerissen war. Taf. VII, Fig. 6 zeigt einen relativ kleinen Embryosack mit ausgebildetem Eiapparat. Hier waren nur zwei Antipodenkerne zu bemerken. Sie schmiegen sich meist an der Unterseite des Embryosackes an die Wand an und flachen sich dabei auf einer Seite ab. Ihr Inhalt schwindet meistens stark, so daß sie dann nur durch ihren dunkel gefärbten Nukleolus sofort deutlich hervortreten. Das in Taf. VII, Fig. 6 abgebildete Stadium fand sich in einer Blüte, deren Deckblatt eben im Öffnen begriffen war. Irrtümlich wäre es anzunehmen, daß Embryosäcke die es bis zum achtkernigen Stadium gebracht haben, sich stets auch weiter entwickeln würden. Ich traf nämlich öfters degenerierte Embryosäcke, die nur mit gelblichen Inhaltsresten versehen waren, deren Form aber darauf hinwies, daß die Degenerierung im vier- oder achtkernigen Stadium stattgefunden haben mußte. Wie aus den Taf. VI, Fig. 12 und Taf. VII, Fig. 2, 4 u. 6 leicht ersichtlich ist, hat jedes Stadium eine charakteristische Form, welche eine Verwechslung des acht- mit dem zweikernigen oder Tetradenstadium auch nach dem Absterben des Inhaltes völlig ausschließt. In zwei Fällen konnte ich noch die acht Kerne, doch in unnatürlicher Lage, antreffen (Taf. VII, Fig. 7). Man sieht dieselben ungefähr in der Mitte des Embryosackes zu einem Haufen zusammengeballt. Die meisten schließen so eng aneinander, daß sie sich gegenseitig abflachen.



Textfig. 13.

Eine Befruchtung der Eizelle konnte ich nicht nachweisen. Daß sie aber bei Kreuzbestäubung doch gelegentlich erfolgt und die Bildung eines Embryos zur Folge haben kann, bewies die Untersuchung des einen Samens (Musa ornata chittagong ♂ × Appelbacove ♀). Ein medianer Längsschnitt ist in Textfig. 13 dargestellt. Inmitten des gut entwickelten Nährgewebes liegt hier ein großer Embryo. Eine Vergleichung mit der entsprechenden Abbildung von Schumann für Musa Ensete[30]) (pag. 18) zeigt ohne weiteres die große Übereinstimmung in der Form.

I						II						III					
1			2			1			2			1			2		
	Breite	Länge		Breite	Länge		Breite	Länge		Breite	Länge		Breite	Länge		Breite	Länge
Embryosackmutterzelle	527	459	Fertige Tetraden	680	680	Degeneration im 4- oder 8kernigen Stadium	918	850	Eiapparat	850	850	Degeneration im 4- oder 8kernigen Stadium	1479	1105	Degeneration im Tetradenstadium	1955	1190
Heterotypische Kernteilung	544	493	Degeneration im Tetradenstadium	646	680	Degeneration im Tetradenstadium	867	833	Degeneration im 4- oder 8kernigen Stadium	850	884	Degeneration im 4- oder 8kernigen Stadium	1455	1241	Degeneration im Tetradenstadium	1853	1275
Fertige Tetraden	544	476	Verdrängung der 3 oberen Zellen	612	663	8kerniger Embryosack	901	850	Degeneration im Tetradenstadium	850	901	Degeneration im Tetradenstadium	1462	1190	Degeneration im 4- oder 8kernigen Stadium	1938	1360

I Samenanlagen von Fruchtknoten aus einer Blütenstandsknospe, die sich bereits aus dem Scheinstamm befreit hatte, aber noch aufrecht stand; 1 ist darin die jüngste Blütenschar mit weiblichen Trugzwitter, 2 die älteste. II Samenanlagen von Fruchtknoten aus einer überhängenden Blütenstandsknospe; 1 ist darin eine noch geschlossene Blütenschar, 2 eine eben geöffnete. III, 1 Samenanlagen von Fruchtknoten aus einer Blütenschar 7 Tage nach dem Aufblühen. III, 2 Samenanlagen von Fruchtknoten aus einer Blütenschar 11 Tage nach dem Aufblühen.

Die starke Degeneration der meisten Samenanlagen macht das Auffinden eventuell vorhandener älterer Stadien sehr schwierig. Relativ oft fand ich ein- und zweikernige Embryosäcke, vierkernige Embryosäcke waren bereits viel seltener und achtkernige und solche mit fertigem Eiapparat waren überhaupt nur ganz vereinzelt zu finden.

Interessant ist nun, daß die Samenanlagen, auch wenn der Embryosack degeneriert ist, weiter wachsen, wie aus zahlreichen Messungen hervorgeht (s. pag. 93). Diese wurden an medianen Längsschnitten durch Samenanlagen vollzogen.

Obenstehende Zahlen sind ohne Auswahl aus einer größeren Zahl Messungen gegriffen worden. Es ergibt sich daraus auch, daß die Weiterentwicklung des Embryosackes keinen wachstumsfördernden Einfluß auf die Samenanlage ausübt. So ist bei II, 1 die Samenanlage mit einem achtkernigen Embryosack nicht größer als die mit einem im Vierkernstadium degenerierten, und in II, 2 ist eine Samenanlage mit ausgebildetem Embryosack selbst noch etwas kleiner als eine solche, deren Embryosack im Tetradenstadium degeneriert ist. Die Samenanlagen setzen ihr Wachstum noch während einiger Wochen fort, worauf dann die typische Degenerierung des Nuzellargewebes, auf die Tischler aufmerksam gemacht hat, einsetzt. Schließlich beginnt eine stärkere Degenerierung aller Gewebe, die Samenanlagen werden braun und vertrocknen.

6. Die Tetradenteilungen in den Samenanlagen von Gros-Michel.

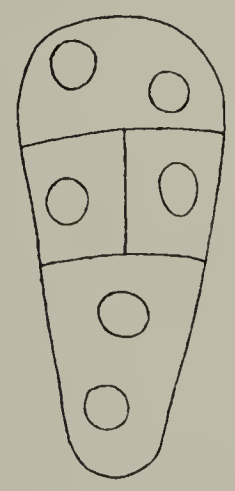
Wenn man den Verlauf der Tetradenteilungen in den Samenanlagen von Gros-Michel in ihrer Gesamtheit überblickt, so läßt sich hier eine noch stärkere Degeneration konstatieren als bei der Appelbacove. Die einzelnen Kernteilungen sind zwar an und für sich nicht unregelmäßiger als bei der Appelbacove; dagegen konnte ich überhaupt keine regelmäßigen auffinden. Zwar traf ich einige Male scheinbar regelmäßige Zweitochterzellstadien. Ausgeschlossen ist also nicht, daß doch ausnahmsweise einzelne regelmäßige Teilungen stattfinden oder dann muß man annehmen, daß die Chromosomen auch bei unregelmäßigem Teilungsverlauf schließlich doch noch zu zwei Kernen zusammentreten.

Die Embryosackmutterzelle weist im Vergleich mit der von Appelbacove nichts besonderes auf. Mehrere Male konnte deutlich das Diakinesestadium wahrgenommen werden (Taf. VIII, Fig. 4). Die sogenannte heterotypische Teilung habe ich, wie bereits bemerkt, nie normal ge-

sehen; sie sind denjenigen in den Pollenmutterzellen von Gros-Michel (Taf. VIII, Fig. 6) ganz ähnlich. Die homöotypische Teilung verläuft ebenfalls ganz abnormal. Bemerkenswert ist, daß nach der zweiten Teilung oft keine Kerne geformt werden, die Chromosomen bleiben zerstreut im Plasma liegen (Taf. VI, Fig. 14). In bezug auf die Ausbildung der Tetradenzellen herrscht auch hier große Mannigfaltigkeit. Fünf- oder sechszellige „Tetraden" fand ich nie, dagegen wohl solche mit mehrkernigen Zellen (Textfig. 14).

Auch Amitosen kommen vor. In älteren Stadien fand ich nur degenerierte Embryosäcke; eine Weiterentwicklung zum zwei- und vierkernigen Embryosackstadium, wie dies bei der Appelbacove noch relativ oft vorkommt, findet hier offenbar fast nie statt.

Einige auffällige Tatsachen mögen noch besonders erwähnt werden. So konnte ich bei verschiedenen Objekten den Embryosackmutterzellkern beobachten, offenbar im Diakinesestadium. Deutlich lagen an der Peripherie des Kernes die Chromatinklümpchen, während von weiterem Inhalt außer dem Nukleolus nichts zu sehen war. Wie Taf. VIII, Fig. 4 *a* u. *b* erkennen läßt, waren hier in den zwei Schnitten durch den Kern 32 solcher Chromatinklümpchen zu zählen. Sehr deutlich läßt sich in jedem Klümpchen ein dunklerer Teil wahrnehmen, offenbar durch Kontraktion der Chromatinsubstanz entstanden. Ein typischer Bau von „Doppelchromosomen", wie ich sie z. B. bei Musa orn. chitt. (Taf. VIII, Fig. 7) wahrnehmen konnte, ließ sich hier nicht erkennen, auch nicht in den anderen Fällen, wo ich Embryosackmutterzellkerne in diesem Stadium wahrnahm. Bei einer unregelmäßigen heterotypen Teilung der Pollenmutterzellen von Gros-Michel (Taf. VIII, Fig. 6) konnte ich nun ebenfalls 32 Chromosomen zählen und fand dieselbe Zahl wieder bei einer unregelmäßig verlaufenden homöotypischen Teilung der unteren von zwei Embryosacktochterzellen (Taf. VIII, Fig. 5). Nach längerem Suchen gelang es mir schließlich, auch eine heterotype Teilung der Embryosackmutterzelle aufzufinden, wo deutlich 32 Chromosomen auf zwei Schnitten verteilt, wahrzunehmen waren. Dieses konstante Auftreten der Zahl 32*) vom Diakinesestadium bis zur homöotypischen Teilung läßt sich nicht durch den gewöhnlichen Teilungsverlauf erklären.



Textfig. 14.

*) Bei den abnormen Teilungen bin ich natürlich darauf angewiesen, die ganze Zahl der unregelmäßig in der Spindelfigur zerteilt liegenden Chromosomen jeweils anzugeben.

Ob man die 32 Chromatinklümpchen im sogenannten Diakinesestadium als Doppelchromosomen oder als „somatische“ Chromosomen auffaßt, müßte man während der ersten Teilung in der ganzen Spindelfigur 64 Chromosomen zählen. Die 32 Doppelchromosomen hätten sich doch in 64 Einzelchromosomen spalten müssen; ebenso würden sich 32 „somatische“ Chromosomen bei jeder Teilung in 64 Hälften teilen. Wir können also als sicher annehmen, daß keiner der beiden supponierten Fälle der richtige ist. Es bleiben demnach noch zwei Möglichkeiten zur Diskussion:

1. Die Chromatinklümpchen im sogenannten Diakinesestadium stellen bereits Einzelchromosomen dar; die Auflösung der Doppelchromosomen in Einzelchromosomen hat vorzeitig stattgefunden, oder 2. die Klümpchen sind „somatische“ Chromosomen und abnormer Weise findet in der folgenden Teilung keine Spaltung statt. Die erste Annahme macht uns sofort verständlich, warum in der heterotypen Kernspindel 32 Chromosomen auftreten, die sich dann je zu 16 auf die beiden Tochterkerne verteilen können, hierauf bei der homöotypen Teilung halbiert werden, so daß auch hier im ganzen wieder 32 Chromosomen zu zählen sind (Taf. VIII, Fig. 5). In diesem Falle würde also eine normale Reduktion stattfinden. Leider konnte ich die vorhergehenden Stadien mangels genügenden Materials nicht studieren. Der Bau dieser Chromatinkörperchen spricht eher für die Annahme, daß es sich um somatische Chromosomen handle, die in der Ausbildung begriffen sind. Auch bei dieser Annahme bleibt das Verhalten derselben bei der ersten Teilung, wo also keine Spaltung der Chromosomen auftritt, unerklärlich; es fände auch in diesem Falle, indem ganze Chromosomen den zwei Tochterkernen zugeführt würden, eine Art Reduktion statt.

Zum Vergleich mit den Kernteilungsvorgängen in Pollen- und Embryosackmutterzellen wurden auch Teilungsbilder in Wurzelspitzen studiert.

Diese zeigten sich aber für Chromosomenzählungen ebenfalls nicht sehr geeignet. Auch hier fand eine ziemlich starke Verklebung der Chromosomen untereinander statt. Es konnte jedoch bei diesen Zählungen mit ziemlicher Sicherheit ermittelt werden, daß die Gros-Michel in ihren vegetativen Zellen nicht 64 Chromosomen aufweist. Die Chromosomenzahl beträgt annähernd 32, und da ich diese Zahl in den generativen Zellen einige Male ohne jeden Zweifel feststellen konnte, ist die diploide Zahl der Chromosomen wohl auf 32 festzusetzen.

Ich glaube daher das sogenannte Diakinesestadium in den Embryosackzellen von Gros-Michel auffassen zu dürfen als ein abnormes Stadium

einer gewöhnlichen Kernteilung, wo somatische Chromosomen in Bildung begriffen sind, keine Spaltung stattfindet und also den beiden Kernen ganze Chromosomen zugeführt werden, wodurch schließlich doch, wenn auch auf abnorme Weise, eine Chromosomenreduktion zustande kommt. Hier dürfte eine Vergleichung mit den Angaben von Overton über Thalictrum purpurascens[27]) (pag. 277—278) von Interesse sein. Er stellte die diploide Chromosomenzahl bei Th. purpurascens auf 24 fest. Nun fand er aber Fälle, wo die Spindelfigur des in Teilung begriffenen Kernes der Embryosackmutterzelle statt 12, 24 Doppelchromosomen aufweist.

Wie bereits bemerkt, konnte ich bei Gros-Michel keine Weiterentwicklung des Embryosackes feststellen. Alle älteren Samenknospen, die ich geschnitten habe, weisen nur degenerierte Embryosäcke auf, deren Degeneration schon im Stadium der Tetraden oder der Embryosackmutterzellen begonnen haben muß. Bald erfolgt die völlige Zerdrückung des Hohlräumchens. Unzweifelhaft ist die Degenerierung der Samenknospen von Gros-Michel also weiter vorgeschritten als bei der Appelbacove.

III. Hypothesen über den Ursprung der Eßbananen.

Die bisher untersuchten Bananen weisen in bezug auf ihre Chromosomenzahl wenig gleichartiges auf. Die beiden samenproduzierenden Arten, Musa basjoo und Musa orn. chitt. haben die diploide Chromosomenzahl 22. Mit relativ großer Sicherheit konnte die diploide Zahl bei Gros-Michel auf 32 festgestellt werden. Die Zahl der Chromosomen der Appelbacove ließ sich weder in den generativen Zellen noch in den somatischen der Wurzelspitzen genau feststellen. Die diploide Zahl, die ich abschätzen konnte, schwankt zwischen 22 und 24. Schlüsse, wie sie Tischler[33]) (pag. 646 ff.) aus den Chromosomenzahlen der drei von ihm untersuchten Bananenrassen ableitete, ließen sich hier also nicht ziehen. Im übrigen kann ich mich den Anschauungen Tischler's[33]) (pag. 651—655) bezüglich der Bedeutung der unregelmäßigen Tetradenteilungen bei Musa in der Hauptsache anschließen. In seiner Besprechung hebt er hervor, daß solche unregelmäßige Teilungen, versprengte Chromosomen und Sonderkerne sich sowohl bei Hybriden, als auch bei Nichthybriden finden, und daß es auch sterile- oder nahezu sterile Bastarde gibt, bei denen dagegen von solchen Unregelmäßigkeiten nichts oder fast nichts zu bemerken ist. So fand Tischler*)

*) Literaturangaben s. bei Tischler[33]).

bei Bryonia- und Syringa-Hybriden, ebenso Juel bei Syringa-Bastarden ähnliche Abnormitäten, ferner Rosenberg bei Drosera-, Gregory bei Lathyrus-, Farmer und Digby bei Farnhybriden. Daß aber solche Abnormitäten nicht bei allen Hybriden vorkommen, beweisen die Untersuchungen Tischler's an Ribes Gordianum und Mirabilis Jalapa tubiflora. Auch für Nichthybriden sind solche Unregelmäßigkeiten nachgewiesen, so von Hofmeister bei Passifloren, Irideen und Orchideen, von Wimmel bei Fuchsia, von Tangl, Strasburger und Juel für Hemerocallis. Aus den angeführten Tatsachen geht also hervor, daß man auf Grund der unregelmäßigen Tetradenteilungen bei Musa nicht ohne weiteres auf eine Bastardnatur dieser Pflanzen schließen darf. Natürlich kann man daraus aber ebensowenig den Schluß ziehen, daß die Eßbananen keine Bastarde seien.

Diese Frage läßt sich, wie bereits Tischler[33]) (pag. 623) bemerkt, schwierig entscheiden: „Die Meinung, daß alle Kulturbananen ursprüngliche Bastarde seien, läßt sich allerdings weder widerlegen noch beweisen, da eine experimentelle Prüfung auf ihren Heterozygotismus bei fehlenden Nachkommen nicht vorgenommen werden kann. Aber wenn man bedenkt, daß wohl Jahrtausende schon von Völkern mit primitiver Kultur die Banane wegen ihrer Früchte angebaut und kunstvolle Bastardexperimente dabei fast sicher ausgeschlossen waren, daß ferner auch die Annahme einer zufälligen Bastardisierung in freier Natur nichts für die Erklärung der Sterilität bei den Kulturformen bedeuten kann, da eine so durchgängige Verbreitung allein dieser spontan entstandenen Hybriden überaus unwahrscheinlich gewesen wäre, dann wird man mir wohl zugeben, daß wir mit Bastardeinflüssen bei Musa kaum zu rechnen brauchen".

Mit letzterer Ansicht Tischler's kann ich mich nicht einverstanden erklären. Zwar ist auch meine Ansicht über die Entstehung der Eßbananen rein hypothetisch; ich teile sie denn auch nur deshalb mit, weil sie einen Weg zur Untersuchung zeigt, den ich, da ich wahrscheinlich recht bald wieder in den Tropen arbeiten werde, auch wohl gelegentlich einschlage. Ich bin der Ansicht, daß sich die Entstehung infolge zufälliger Bastardisierung in der Natur sehr wohl denken läßt. Und wenn eine solche Bastardisierung Pflanzen hervorgerufen hat, die autonom parthenokarp sind, so läßt sich auch die kolossale Verbreitung dieser Bastarde leicht denken. Man könnte sich — wenn man einen Moment annimmt, daß die Eßbananen Hybriden seien — den Vorgang etwa folgendermaßen denken:

Entstehen in freier Natur durch Kreuzung Samen, so können diese, noch von der Frucht eingeschlossen, leicht von Tieren*) verschleppt werden und keimen. Ein solcher Bastard könnte sofort steril sein oder völlige Sterilität erst nach wiederholter Bastardisierung auftreten. Vom Momente an, wo diese Eigenschaft auftritt, ist infolge der vegetativen Vermehrung durch Sprößlinge, ihr Fortbestehen gesichert. Eine baldige „Entdeckung" dieser neuen Pflanzenform muß also nicht notwendig angenommen werden. Nur für die ausgiebige Verbreitung scheint der Einfluß des Menschen unentbehrlich gewesen zu sein. Wer nun die Bewohner Javas und Britisch-Indiens kennt, wird wohl beobachtet haben, wie stark der Spürsinn bei diesen Naturvölkern entwickelt ist, speziell für Dinge, die ihnen sofort nützlich sind. Wenn daher einer eine Bananenpflanze gefunden hat, deren Früchte statt mit harten Samen fast vollständig erfüllt zu sein, nur weiches Fruchtfleisch enthielten, so kann man sicher sein, daß er diese Entdeckung nicht vergessen haben wird. Die Verpflanzung durch Ausstechen der Sprößlinge wird wohl bald nachgefolgt sein. Und wenn man bedenkt, wie außerordentlich alt diese Kulturpflanze sein muß**), und wie nützlich sie für viele Tropenvölker ist, so läßt sich die große Ausbreitung schließlich doch verstehen, um so mehr, als mit den großen Wanderungen die für viele dieser Völkerschaften anzunehmen und tatsächlich noch für die historische Zeit nachgewiesen sind, auch stets ihr Kulturbesitz verbreitet worden ist. Eine solche Hypothese scheint mir daher durchaus annehmbar.

Daß die Sterilität der Bananen durch die Kultur hervorgerufen sein sollte, erachte ich als unwahrscheinlich. Die Musa Fehi, über welche Sagot[29]) berichtet, scheint für die Annahme zu sprechen, daß äußere Faktoren die Sterilität hervorgerufen haben. Sagot zitiert (pag. 318) die Angaben Pancher's: „On ne rencontre le Musa Fehi à Taiti avec des graines que sur les hauteurs. Entre la plage et ces hauteurs, les plantes plus ou moins nombreuses qui sont échelonnées ne produisent pas de graines".

---

*) Auch die ganz von Samen erfüllten Früchte enthalten noch immer eine Menge süßen Fruchtfleisches, genügend, um von Affen und Vögeln als Leckerbissen gesucht zu werden.

**) de Candolle[4]) sagt (pag. 245): „Tout cela indique une ancienneté prodigieuse de culture, par conséquent une existence primitive en Asie, et une diffusion contemporaine avec celle des races d'hommes ou antérieure.

Diese Banane ist sicher einer näheren Untersuchung wert. Vor allem wäre festzustellen, ob die Sterilität in den Niederungen mit abnormen Tetradenteilungen und Degenerierungen der Geschlechtszellen verbunden ist, oder ob sie durch andere Umstände hervorgerufen wird. Festzustellen wäre auch, ob in größerer Höhe über dem Meere neben regulärer Samenbildung doch bereits autonome Parthenokarpie vorliege, oder ob diese nur mit Sterilität verknüpft auftritt. Wenn die Angaben Sagots richtig sind, würde eine derartige Untersuchung schöne Ergebnisse versprechen.

Sagot selbst aber warnt vor Generalisierung, indem er sagt [29]) (pag. 321): „Il ne faut ni trop généraliser ces faits, ni se refuser à en tirer d'utiles inductions, propre à guider de nouvelles recherches et d'intéressantes expériences. Il ne faut pas trop généraliser. En effet, en plusieurs localités de l'Asie méridionale, et notamment en Cochinchine, on a trouvé au niveau de la mer, près de la côte, et même dans les îles du littoral, des Bananiers sauvages à fruit tout rempli de graines et impropres à une utilisation alimentaire quelconque" und pag. 321: „En Amérique, les races toujours aspermes que l'on cultive, si l'on en plante negligemment un pied en mauvais sol, donnent un régime grêle, par fois subhorizontal, mais les quelques très petits fruits qu'il présente restent aspermes."

Ebensowenig war bei Musa basjoo und Musa ornata chittagong auf der Plantage in Surinam etwas von Sterilität zu bemerken, obwohl diese Pflanzen unter gleichen Bedingungen wie die Eßbananen kultiviert wurden. Meine Befunde an Musa basjoo von Isola-Madre und an Musa Ensete aus dem Warmhaus des botanischen Gartens in Zürich, welche beide doch auch unter ganz abnormen Verhältnissen wuchsen, und die von den charakteristischen Unregelmäßigkeiten, die Tischler und ich bei den sterilen Eßbananen nachweisen konnten, nichts erkennen ließen, sprechen nicht für die Richtigkeit jener Annahme.

Jedenfalls scheint es mir der Mühe wert auszuprobieren, ob nicht durch einmalige oder fortgesetzte Kreuzung fertiler Arten eine sterile Banane hervorzubringen wäre. Noch ein anderer Weg ließe sich einschlagen. Bei den drei von Tischler [33]) untersuchten Bananenrassen zeigte sich, daß der Pollen der Varietät „Dole" sich relativ regelmäßig entwickelt. Tischler sagt (pag. 642): „Die heterotype Spindel formt sich wie bei Kladi. Aber in ihrem Verlauf machen sich nun sehr starke Unterschiede gegenüber dieser Rasse geltend. Denn die großen Unregelmäßigkeiten, die dort das Charakteristikum bildeten, fallen hier fast ganz fort."

Die Abbildung der Pollentetraden von Dole auf pag. 643 zeigt im Vergleich mit denen der Var. Kladi eine relativ normale Entwicklung. pag. 644 sagt Tischler ferner vom Dole-Pollen: „Der junge Pollen ist ziemlich regelmäßig verglichen mit der zuerst behandelten Rasse. Da die vier Abkömmlinge einer Pollenmutterzelle selbst bei dem Fehlen von überzähligen Zellen häufig nicht gleich groß sind, war dadurch schon eine hinreichende Erklärung für die tatsächlich zu beobachtenden kleineren Verschiedenheiten gegeben. Schon oben hatten wir erwähnt, daß wir den Pollen bereits in den Antheren auskeimend gefunden hatten.“ Und auf pag. 627: „Auch gewisse sterile Rassen von Musa sapientum dürften annähernd normale Pollentetradenteilung haben. Wir werden weiter unten einen solchen Fall für die afrikanische Rasse „Dole“ näher kennen lernen.“ In seiner letzten Arbeit weist Tischler[34]) (pag. 50) eine Befruchtung bei Musa sapientum Radjah-Siam nach.

Was nun bei den von mir untersuchten Varietäten wegen der schlechten Entwicklung des Pollens unmöglich ist, nämlich das Hervorbringen von Samen mit Pollen derselben Varietät könnte vielleicht bei einer anderen Abart gelingen. Zu diesem Zweck muß man also eine Varietät von Musa sapientum auswählen, wo sowohl Pollen als Samenanlagen möglichst normal entwickelt sind. Gelingen dann Befruchtungsversuche, so dürfte die Frage zu lösen sein, ob die betreffende Varietät eine Hybride ist oder nicht.

Auch diese Versuche scheinen mir der Mühe wert und dürften sicherer zum Ziele führen, als die erst genannten. Geht man doch bei jenen von der völlig hypothetischen Annahme aus, die Eßbananen seien Hybriden. Selbst im günstigsten Falle, wenn als Resultat der Experimente eine sterile Bananenpflanze entsteht, hätte man dann doch noch keinen sicheren Beweis für die analoge Entstehung der Eßbananen in der Natur. Wenn man aber keine sterilen Bananenpflanzen bekommt, bleibt noch immer der Zweifel übrig, ob nicht bei richtiger Auswahl der beiden Elternpflanzen doch Sterilität der Nachkommen hervorzurufen wäre.

Bei der zweiten Methode ist — wenn man Nachkommen überhaupt bekommt — ein Resultat zu erwarten, das entweder pro oder contra Hybridismus spricht. Wie bereits bemerkt, ist zu diesem Versuche aber eine Eßbananenvarietät notwendig, die sowohl relativ normalen Pollen, als auch entwicklungsfähige Samenknospen besitzt.

Bei der Fortsetzung dieser Untersuchungen in der angegebenen Richtung werde ich also vorerst die Frage zu lösen haben, ob sich eine solche Eßbanane auffinden läßt.

IV. Zusammenfassung der Ergebnisse.

1. Durch Einhüllen der Blütenstände in Säcke und völliges Ausschließen jeder Bestäubung der Blüten konnte nachgewiesen werden, daß die Eßbananen autonom parthenokarp sind. Die innerhalb dieser Säcke entstandenen Früchte sind den frei entwickelten ganz ähnlich, ihre Reifungszeit ist auch ganz dieselbe.

2. Gleichartige Versuche ergaben, daß bei Musa basjoo Sieb. et Zucc. und Musa ornata chittagong eine Bestäubung zur Frucht-Samenbildung unbedingt notwendig ist.

3. Eine künstliche Bestäubung der Narben der Eßbananen mit gut keimendem Pollen von Musa orn. chitt. oder von Musa basjoo hatte keinerlei Einfluß auf die Gestaltung der Früchte.

4. Die mikroskopische Untersuchung des lebenden Pollen der Gros-Michel Eßbanane zeigte erhebliche Größenunterschiede zwischen den einzelnen Körnern und Plasmaarmut bei vielen. In jüngeren Stadien war die Bildung einer generativen Zelle im Pollenkorn nachzuweisen; ebenso bei Musa orn. chitt. und Musa basjoo. Bei letzteren ist der reife Pollen normal, die Größenunterschiede sind nur sehr gering und von Plasmaarmut ist nichts zu bemerken.

5. Keimungsversuche mit Pollen von Gros-Michel ergaben, daß nur ganz wenige Körner keimungsfähig sind, daß die Pollenschläuche derselben aber eine ähnliche Wachstumsgeschwindigkeit aufweisen können, wie die von Musa orn. chitt. Pollenschläuche von Musa orn. chitt. werden von Narbenstückchen von Gros-Michel stark angezogen.

6. Bestäubungsversuche an weiblichen Trugzwittern von Musa orn. chitt. mit Pollen von Gros-Michel führten niemals zur Samenbildung.

7. Schon eine oberflächliche Untersuchung von Handschnitten durch die Samenknospe lehrte, daß bei Gros-Michel fast nie ein entwickelter Embryosack gebildet wird. Bei der Appelbacove fand ich neben früh degenerierten auch weiter entwickelte Embryosäcke mit Andeutungen von Eiapparat und Antipodenkernen.

8. Nach künstlicher Bestäubung von 1539 Gros-Michel Blüten mit Pollen von Musa orn. chitt. und von Musa basjoo bildeten sich

4 Samen; die Bestäubung von 1156 Appelbacoveblüten ergab die Bildung von 38 vollen nebst 10 tauben Samen. Die durch Kreuzung mit Musa basjoo erhaltenen Samen waren bedeutend größer als die durch die Bestäubung mit Musa orn. chitt. gewonnenen, ein Beweis dafür, daß die Bestäubung mit verschiedenem Pollen nicht ohne Einfluß geblieben ist.

9. Die Entwicklung des Pollens von Musa basjoo und Musa orn. chitt. geht vollkommen regelmäßig vor sich.

10. Dagegen zeigt der Pollen von Gros-Michel und Appelbacove starke Abnormitäten während den Tetradenteilungen. Durch das ungleichzeitige oder ungleich schnelle Auseinanderweichen der Chromosomen entstehen Tetraden mit überzähligen Kernen und Zellen. Außerdem findet bei der Appelbacove eine allgemeine frühzeitige Degeneration statt.

11. Die auf Isola-Madre offenbar unter ungünstigen Verhältnissen wachsenden Musa basjoo Pflanzen zeigten eine völlig normale Teilung der Pollenmutterzellen. Auch die völlig regelmäßig aussehenden Pollenkörner von Musa Ensete aus dem Warmhaus des Botanischen Gartens Zürich, deren mehrere gekeimt hatten, zeigen, daß die Tetradenteilungen normal vor sich gegangen sind.

12. Die Embryosackentwicklung von Musa orn. chitt. konnte bis zum zweikernigen Stadium verfolgt werden und erwies sich völlig regelmäßig.

13. Die Embryosäcke von Gros-Michel entwickeln sich sehr unregelmäßig. Nur abnorme Teilungen wurden aufgefunden. Im sogenannten Diakinesestadium ließen sich 32 Chromatinklümpchen zählen. Dieselbe Zahl wurde bei der heterotypen Teilung der Pollen- und Embryosackmutterzelle und bei der homöotypen in der unteren Embryosacktochterzelle gefunden.

14. Bei der Appelbacove gibt es neben degenerierenden Embryosäcken auch einzelne, die sich weiter entwickeln. Die Degenerierung kennzeichnet sich auch hier durch abnorme Teilungen, wodurch wie beim Pollen überzählige Kerne und Zellen entstehen. Neben diesen Unregelmäßigkeiten findet hie und da noch eine Art Amitose des Zellkernes statt. Eine Weiterentwicklung bis zum fertigen Embryosack konnte beobachtet werden; immerhin waren vierkernige Embryosäcke weniger häufig als zwei- und einkernige und achtkernige kommen überhaupt nur ganz vereinzelt vor. Die Embryosäcke ändern während der Entwicklung ihre Form in charakteristischer Weise, so daß bei de-

generierten Embryosäcken leicht der Zeitpunkt der Degenerierung festzustellen ist.

15. In einem Samen (Musa ornata chittagong ♂ × Appelbacove ♀) konnte das Vorhandensein eines normalen Embryos festgestellt werden.

16. Die Samenanlagen wachsen auch in den Fällen, wo der Embryosack degeneriert ist, einige Zeit weiter. Erst nachher findet eine völlige Verkümmerung und Vertrocknung derselben statt.

Zitierte Literatur.

1) d'Angremond, A., Parthenokarpie und Samenbildung bei Bananen. (Mit Tafel XX.) Ber. d. Deutsch. bot. Ges. 1912, Bd. XXX, Heft 10, pag. 686 bis 691.

2) Baumgartner, P., Untersuchungen an Bananenblütenständen. I.—IV. Teil. (Mit 1 Doppeltafel und 26 Textfiguren.) Beihefte z. Bot. Zentralbl. 1913, Bd. XXX, I. Abt., Heft 3, pag. 237—368.

3) Camerarius, R. J., Über das Geschlecht der Pflanzen 1694. (Übersetzt von M. Möbius.) Ostwald's Klassiker der exakten Wissenschaften, 105, 78 S.

4) de Candolle, Alph., Origine des Plantes cultivées. Paris 1883.

5) Ewert, R., Blütenbiologie und Tragbarkeit unserer Obstbäume. Landw. Jahrb. 1906, Bd. XXXV, pag. 259—587, Taf. I—II.

6) Ders., Die Parthenokarpie der Obstbäume. (Vorl. Mitteil.) Ber. d. Deutsch. bot. Ges. 1906, Bd. XXIV, pag. 414—416.

7) Ders., Die Parthenokarpie der Stachelbeere. (Vorl. Mitteil.) Ber. d. Deutsch. bot. Ges. 1908, Bd. XXVI a, pag. 531--532.

8) Ders., Neuere Untersuchungen über Parthenokarpie bei Obstbäumen und einigen anderen fruchttragenden Gewächsen. Landw. Jahrb. 1909, Bd. XXXVIII, pag. 767—839, Taf. XIV, 7 Figuren.

9) Ders., Parthenokarpie bei der Stachelbeere. Landw. Jahrb. 1910, Bd. XXXIX, pag. 463—470, Tafel XII—XIII.

10) Ders., Neuere Forschungsergebnisse auf dem Gebiet der Parthenokarpie. Verhandl. d Ges. d. Naturf. u. Ärzte, 82. Vers. Königsberg, II. Teil, 1. Hälfte, pag. 87—90. Leipzig 1911.

11) Fitting, H., Entwicklungsphysiologische Probleme der Fruchtbildung. Biol. Zentralbl. 1909, Bd. XXIX, pag. 193—206, 225—239.

12) Friemann, W., Über die Entwicklung der generativen Zelle im Pollenkorn der monokotylen Pflanzen. Diss., Bonn 1910.

13) Gärtner, C. F., Versuche und Beobachtungen über die Befruchtungsorgane der vollkommenen Gewächse und über die natürliche und künstliche Befruchtung durch den eigenen Pollen. 644 Seiten. Stuttgart 1844.

14) Gärtner, J., De fructibus et seminibus plantarum, Tome I, CLXXXII et 384 pag. Stuttgart 1788.

15) Humphrey, J. E., The development of the seed in the Scitamineae. Ann. of Bot. 1896, Vol. X, pag. 1—40, pl. I—IV.

16) Jähkel, P., Über Anatomie und Mikrochemie der Bananenfrucht und ihre Reifungserscheinungen. Diss., Kiel 1909. 41 Seiten.

17) Juel, H. O., Beiträge zur Kenntnis der Tetradenteilung. Jahrb. f. wiss. Bot. 1900, Bd. XXXV, pag. 626—659.

18) v. Kirchner, O., Über die kernlose Mispel. Jahresh. d. Vereins vaterländ. Naturk. Württemberg 1900, pag. 31—33.

19) Ders., Fruchtbildung ohne Befruchtung. Jahresh. d. Vereins vaterländ. Naturk. Württemberg 1902, pag. 84—85.

20) Kronfeld, M., Fruchtbildung ohne Befruchtung. Biol. Zentralbl. 1890, Bd. X, pag. 65—66.

21) Kumagai, Y., A propos des Oranges sans graines. Bull. de la Soc. d'Agric. du Japon 1901, No. 252. (Japanisch.) Ref. Bot. Zentralbl. 1903, Bd. XCII, pag. 533.

22) Müller-Thurgau, H., Abhängigkeit der Ausbildung der Traubenbeeren und einiger anderer Früchte von der Entwicklung der Samen. Landw. Jahrb. d. Schweiz 1898, Bd. XII, pag. 135—205, Taf. I—IV.

23) Ders., Die Folgen der Bestäubung bei Obst- und Rebenblüten. Ber. VIII d. Zürcher. bot. Ges. 1901—1903, Sept. 1903. 19 Seiten.

24) Ders., Kernlose Traubenbeeren und Obstfrüchte. Landw. Jahrb. d. Schweiz, Sept. 1908, pag. 1—34, 7 Fig.

25) Noll, F., Fruchtbildung ohne vorausgegangene Bestäubung (Parthenokarpie) bei der Gurke. Sitzungsber. d. Niederrhein. Ges. f. Natur- u. Heilkunde zu Bonn 1902, pag. 149—162.

26) Osterwalder, A., Blütenbiologie, Embryologie und Entwicklung der Frucht unserer Kernobstbäume. Landw. Jahrb. 1910, Bd. XXXIX, pag. 917—998, Taf. XXV—XXIX.

27) Overton, J. B., Über Parthenogenesis bei Thalictrum purpurascens. (Vorl. Mitteil.) Ber. d. Deutsch. bot. Ges. 1904, Bd. XXII, pag. 274—283.

28) Rung, Rich., Die Bananenkultur, geographisch, wirtschaftlich und kulturhistorisch betrachtet. Gotha 1911, J. Perthes. Erg.-Heft Nr. 169 auf Dr. A. Petermann's Mitteil. an der J. Perthes' Geographischen Anstalt.

29) Sagot, P., Bananier Fehi, sa forme asperme et sa forme séminifère, pag. 317 bis 326. Bull. de la Soc. Bot. de France 1886, Tome XXXIII.

30) Schumann, K., Das Pflanzenreich, herausgegeben von A. Engler, IV, 45, Musaceae. Leipzig 1900.

31) Schürhoff, P. N., Karyomerenbildung in den Pollenkörnern von Hemerocallis fulva. Jahrb. f. wiss. Bot. 1913, Bd. LII, pag. 405—409.

32) Tamari, K., A propos du fruit du Diospyros Kaki. Bull. de la Soc. d'Agric. du Japon, Nr. 233/234 (Fevr. et Mars 1901). (Japanisch.) Ref. Bot. Zentralbl. 1903, Bd. XCII, pag. 553.

33) Tischler, G., Untersuchungen über die Entwicklung des Bananenpollens I. Mit 4 Fig. im Text u. 2 Tafeln. Arch. f. Zellforsch. 1910, Bd. V.

34) Ders., Über die Entwicklung der Samenanlagen in parthenokarpen Angiospermen-Früchten. Mit Taf. I u. II und 30 Textfiguren. Jahrb. f. wiss. Bot. 1912, Bd. LII.

35) Winkler, H., Über Parthenogenesis und Apogamie im Pflanzenreich. Progr. rei bot. 1908, Tome II, pag. 293—454, 14 Fig.

Figurenerklärungen zu Tafel IV—XI.

Tafel IV.

Vergr. 670 : 1.

Fig. 1. Pollenmutterzelle von Musa orn. chitt. im Synapsisstadium.
Fig. 2. Pollenmutterzelle von Musa basjoo im Diakinesestadium.
Fig. 3. Pollenmutterzelle von Musa basjoo. Die heterotype Spindelfigur ist etwas schief getroffen, die eine Gruppe von 11 Chromosomen liegt etwas tiefer als die andere.
Fig. 4. Heterotype Teilung in der Pollenmutterzelle von Musa orn. chitt im Diasterstadium. Beiderseits 11 Chromosomen.
Fig. 5. Dispirem der heterotypen Teilung der Pollenmutterzelle von Musa orn. chitt. mit Zellplatte und einem zurückgebliebenen Chromosom.
Fig. 6. Zweitochterzellstadium des Pollens von Musa basjoo. In beiden Kernen sind gröbere Chromatinklumpen zu beobachten.
Fig. 7. Homöotype Teilung in beiden Tochterzellen von Musa basjoo. Die beiden Spindeln stehen senkrecht aufeinander. In der unteren Zelle sind wieder 11 Chromosomen zu zählen.
Fig. 8. Pollentetrade von Musa basjoo.
Fig. 9. Teilung des Kernes am Rande des Pollenkorns von Musa orn. chitt.
Fig. 10. Ablösen der generativen Zelle von der Wand eines Pollenkorns von Musa orn. chitt. Der vegetative Kern ist bedeutend größer als der generative.
Fig. 11. Reifes Pollenkorn von Musa basjoo. Neben dem vegetativen Kerne die spindelförmige generative Zelle mit dem länglich eiförmigen Kerne.
Fig. 12. Pollenmutterzelle von Gros-Michel.
Fig. 13. Pollenmutterzelle von Gros-Michel nach abnormer heterotypischer Teilung mit mehreren, kleinen und größeren Kernen und einzelnen Chromosomen zu beiden Seiten der Zellplatte.

Tafel V.

Vergr. 670 : 1.

Fig. 1. Eine „Tetrade" von Gros-Michel mit 11 Enkelzellen, jede Zelle mit einem Kern.
Fig. 2. Eine Tetrade der Appelbacove. In der unteren Zelle 4 ungleichgroße Kerne.
Fig. 3. Pollenmutterzelle der Appelbacove in 2 Tochterzellen geteilt, wovon die obere mit 2 Kernen.

Fig. 4. „Tetrade“ der Appelbacove aus 5 Enkelzellen bestehend. Die Größe dieser Tetrade ist mit der von Fig. 2 zu vergleichen.

Fig. 5. Pollenmutterzelle der Appelbacove in 2 Tochterzellen geteilt. Die Größe derselben ist mit Fig. 3 zu vergleichen.

Fig. 6. Gruppe von jungen Pollenzellen der Appelbacove kurz nach der Loslösung aus dem Tetradenverbande. Offenbar handelt es sich um eine „Tetrade“ von 5 Enkelzellen. Einige Pollenkörner mit überzähligen Kernen.

Fig. 7. Längsschnitt durch die Embryosackmutterzelle einer Samenanlage der Appelbacove. Ursprünglich subepidermal, gelangt die Zelle durch Teilung eine Zellreihe tiefer in das Nuzellusgewebe. Ihre Schwesterzelle hat sich nochmals der Breite nach geteilt.

Fig. 8. 2 Embryosackmutterzellen nebeneinander in einer Samenanlage der Appelbacove.

Fig. 9. Embryosackmutterzelle der Appelbacove. Kern der Mikropylarseite etwas genähert; neben dem Nukleolus feine Stränge mit dunkler färbbaren Chromatinkörnchen. Die verdickte Zellmembran hier und in allen folgenden Tuschezeichnungen als dicke schwarze Linie angegeben.

Fig. 10. Embryosackmutterzelle und Nuzellusgewebe der Appelbacove. Kern im Synapsisstadium. Nuzellusepidermis vorn fächerförmig entwickelt.

Fig. 11. Embryosackmutterzelle der Appelbacove offenbar in Ausbildung der Diakinese begriffen. Nukleolus noch deutlich vorhanden.

Fig. 12. Heterotype, offenbar regelmäßige Teilung in der Embryosackmutterzelle der Appelbacove. Teilungsfigur der Mikropylarseite etwas genähert.

Fig. 13. Ausbildung der Zellplatte nach der heterotypen Teilung in der Embryosackmutterzelle von Appelbacove.

Fig. 14. Zweitochterzellstadium der Appelbacove. Ungleiche Teilung der Embryosackmutterzelle in eine größere untere Zelle und eine kleinere obere.

Tafel VI.

Vergr. 670 : 1. Sämtliche Figuren, mit Ausnahme von Fig. 14, beziehen sich auf die Appelbacove.

Fig. 1. Unregelmäßige heterotype Teilung in der Embryosackmutterzelle. Die Chromosomen werden ungleich schnell oder ungleichzeitig aus der Kernplatte den beiden Polen zu befördert.

Fig. 2. Unregelmäßige homöotype Teilung in den beiden Tochterzellen. Die Teilungsfigur in der oberen Zelle ist schief getroffen. In der unteren Tochterzelle sind 4 Chromosomen bereits am einen Pol angelangt, während die anderen noch in der Nähe der Äquatorialebene liegen.

Fig. 3. Unregelmäßige Tetrade. Die 3 oberen Zellen stark in Degenerierung begriffen. Die untere Zelle mit 3 Kernen.

Fig. 4. Unregelmäßige Tetrade. Die 2 unteren Zellen je mit 2 Kernen.

Fig. 5. Unregelmäßige „Tetrade“ aus 5 Zellen bestehend.

Fig. 6. Unregelmäßige „Tetrade“ aus 6 Zellen.

Fig. 7. Embryosackmutterzelle mit 4 Kernen. Wahrscheinlich haben zwei Teilungsschritte stattgefunden, ohne daß Zellwandbildung erfolgt ist.

Fig. 8. Embryosackmutterzelle in 2 Zellen geteilt, die obere in Degeneration, die untere mit 2 Kernen.

Fig. 9. Regelmäßige Tetrade.
Fig. 10. Verdrängung der 3 oberen Tochterzellen durch die untere, in der bereits ein großer Saftraum aufgetreten ist.
Fig. 11. Weiteres Stadium der Verdrängung. Im oberen stark degenerierten, dunkelgefärbten Plasma ist noch ein Rest eines Kernes zu beobachten.
Fig. 12. Embryosackzelle. Eine Vergleichung der Kerne in den Fig. 10, 11 und 12 zeigt das stetige Wachstum derselben.
Fig. 13. Embryosackmutterzelle oder vielleicht Embryosackzelle. Kern abnorm dreieckig.
Fig. 14. Unregelmäßige Tetrade aus einer Samenanlage von Gros-Michel. In den 3 vorderen Zellen findet eine Kernbildung offenbar nicht mehr statt. Die Chromosomen bleiben zerstreut.

Tafel VII.

Vergr. 670 : 1.

Fig. 1. Die Embryosackzelle der Appelbacove hat sich nach vorne vergrößert und ist bis zu der fächerförmigen Epidermis des Nuzellus vorgedrungen (vgl. mit Textfig. 11). Im vorderen Teil findet die erste Teilung des Kernes statt.
Fig. 2. Embryosackzelle der Appelbacove im Zweikernstadium, kurz nach der Teilung.
Fig. 3. Zweikerniger Embryosack der Appelbacove; die beiden Kerne an die Enden gewandert.
Fig. 4. Vierkernstadium des Embryosackes der Appelbacove.
Fig. 5. Älteres Stadium des Embryosackes der Appelbacove mit 8 Kernen. Um 2 Kerne der Mikropylarseite hat Zellbildung stattgefunden, während eine Andeutung einer solchen bei dem dritten Kerne zu bemerken ist. Zu beachten ist der Größenunterschied zwischen den Kernen der Mikropylar- und denen der Chalazaseite.
Fig. 6. Embryosack der Appelbacove mit Eiapparat und 2 Antipodenkernen.
Fig. 7. Vorderer Teil eines Embryosackes der Appelbacove. Die 8 Kerne haben sich zusammengelegt und sich gegenseitig abgeflacht.

Tafel VIII.

Sämtliche Figuren dieser Tafel sind mit Zeiss hom. Imm. 2,00 mm und Zeiss Comp.-Ok. Nr. 8 gezeichnet worden. Vergr. 1000 : 1.

Fig. 1. Unterer Teil der Embryosackmutterzelle der Appelbacove. Kern in Amitose begriffen.
Fig. 2. Weiteres Stadium einer Amitose in der Embryosackmutterzelle der Appelbacove.
Fig. 3. Embryosackmutterzelle der Appelbacove offenbar kurz nach einer amitotischen Teilung des Kernes. Hier ist aber eine achromatische Spindelfigur mit Zellplatte ausgebildet.
Fig. 4*a* u. 4*b*. Embryosackmutterzelle von Gros-Michel. Der Kern durchschnitten und sein Inhalt auf 2 Schnitte verteilt. „Pseudodiakinesestadium". In

den beiden Schnitten 32 Chromatinstückchen. Jedes besteht aus einem dunkleren, zentralen Teil, offenbar durch Kontraktion entstanden, und einem umhüllenden heller gefärbten.

Fig. 5. Untere Embryosacktochterzelle von Gros-Michel, mit abnormer homöotyper Teilung. In der krumm gebogenen Spindelfigur sind 32 Chromosomen zu zählen.

Fig. 6. Pollenmutterzelle von Gros-Michel mit abnormer heterotyper Teilung. In der Spindelfigur sind 32 Chromosomen zu zählen.

Fig. 7. Pollenmutterzelle von Musa orn. chitt. Äquatorialplatte mit 11 Doppelchromosomen, von denen die meisten eine Spaltung in die 2 Einzelchromosomen erkennen lassen.

Tafel IX, 1.

Junger Blütenstand von Musa paradisiaca subsp. sapientum var. Gros-Michel. Die Blütenstandsachse läßt sich nach oben bis an die Stelle verfolgen, wo die Blütenstandsknospe aus den umhüllenden Scheiden der Laubblätter hervorgetreten ist. Von oben nach unten nimmt man war: 1. Ein großes Deckblatt, das in seiner Achsel keine Blüten enthält; 2. eine Schar weiblicher Trugzwitter (rechts von der Achse); 3. eine links von der Achse liegende Schar weiblicher Trugzwitter; 4. eine solche an der Vorderseite der Achse; 5. eine nicht gut sichtbare an der Hinterseite. 6. Eine Schar, die wie die vorhergehende noch vom Deckblatt überragt wird, während die Deckblätter der ersten 3 Blütengruppen bereits abgefallen sind. Die sechste Schar ist von ihrem Deckblatt noch fast vollständig eingeschlossen; es läßt sich aber deutlich erkennen, daß die weiterwachsende Knospe sich bereits aus der Umhüllung des zu der sechsten Schar gehörenden Deckblattes befreit hat. Die Narben und Griffel heben sich bei den Blüten der ersten Schar deutlich gegen das dahinter befindliche Laubblatt ab.

Die Blüten der ersten Schar nähern sich bereits der Horizontallage, während die der fünften noch fast ganz nach unten gerichtet sind.

Deutlich hebt sich der lange Fruchtknoten und das relativ kleine Perianth dieser weiblichen Trugzwitter hervor. Man vergleiche diese mit den Verhältnissen der männlichen Trugzwitter auf Tafel IX.

Tafel IX, 2.

Fast reifer Fruchtstand von „Gros-Michel“. Die Früchte sind alle nach oben gerichtet. Ganz an der Unterseite des langen Stieles die kleine, noch fortwährend weiterwachsende, nur noch männliche Trugzwitter enthaltende Knospe. An dem langen Stiel fallen besonders die Narben, d. h. die Stellen, wo die Gruppen männlicher Trugzwitter mit ihren Deckblättern angewachsen waren, auf.

Tafel X, 1.

Die kleinen Endknospen, die nur noch männliche Trugzwitter enthalten. Links die der Appelbacove, rechts die von Gros-Michel.

An der Knospe der Appelbacove hat sich gerade ein Deckblatt geöffnet, wodurch die darunter liegenden männlichen Trugzwitter frei zutage treten. Deutlich

läßt sich erkennen, daß die „Fruchtknoten“ dieser männlichen Trugzwitter bedeutend zurückgebildet erscheinen, verglichen mit denjenigen der weiblichen Trugzwitter.

Man beachte weiter die charakteristische Anordnung der Deckblätter bei der Appelbacoveknospe im Gegensatz zu der bei Gros-Michel. Besonders deutlich treten hier die Narben an der Achse hervor.

Tafel X, 2.

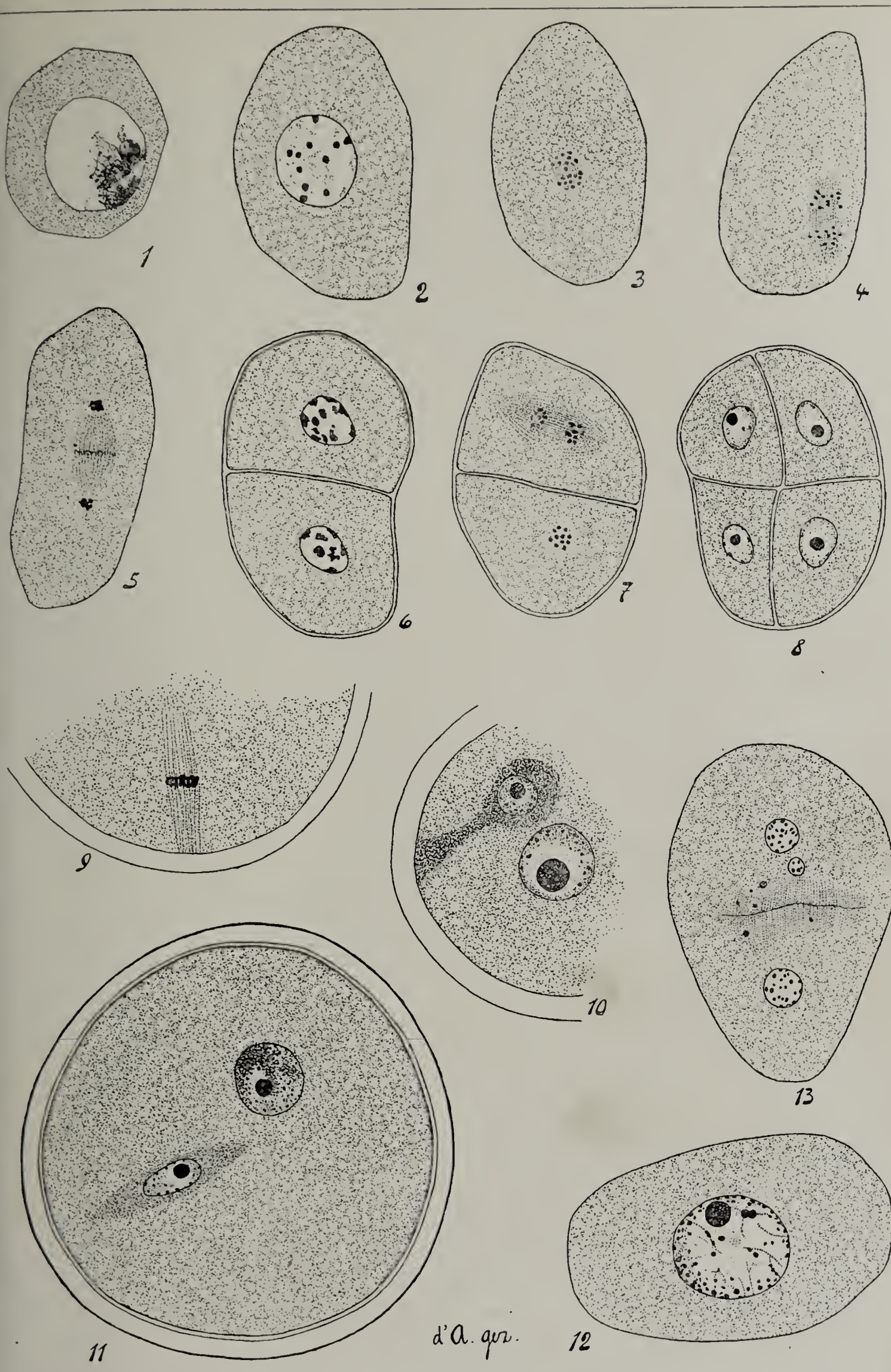
Ein in einem Sack eingeschlossener Blütenstand von Gros-Michel. Die Stellen, wo die 3 Bambusreifen sich innerhalb des Sackes befinden, sind deutlich zu erkennen. Unterhalb des Sackes bemerkt man die Knospe mit männlichen Trugzwittern. Oberhalb dieser ist das freie Ende des Sackes rund um die Achse zugebunden.

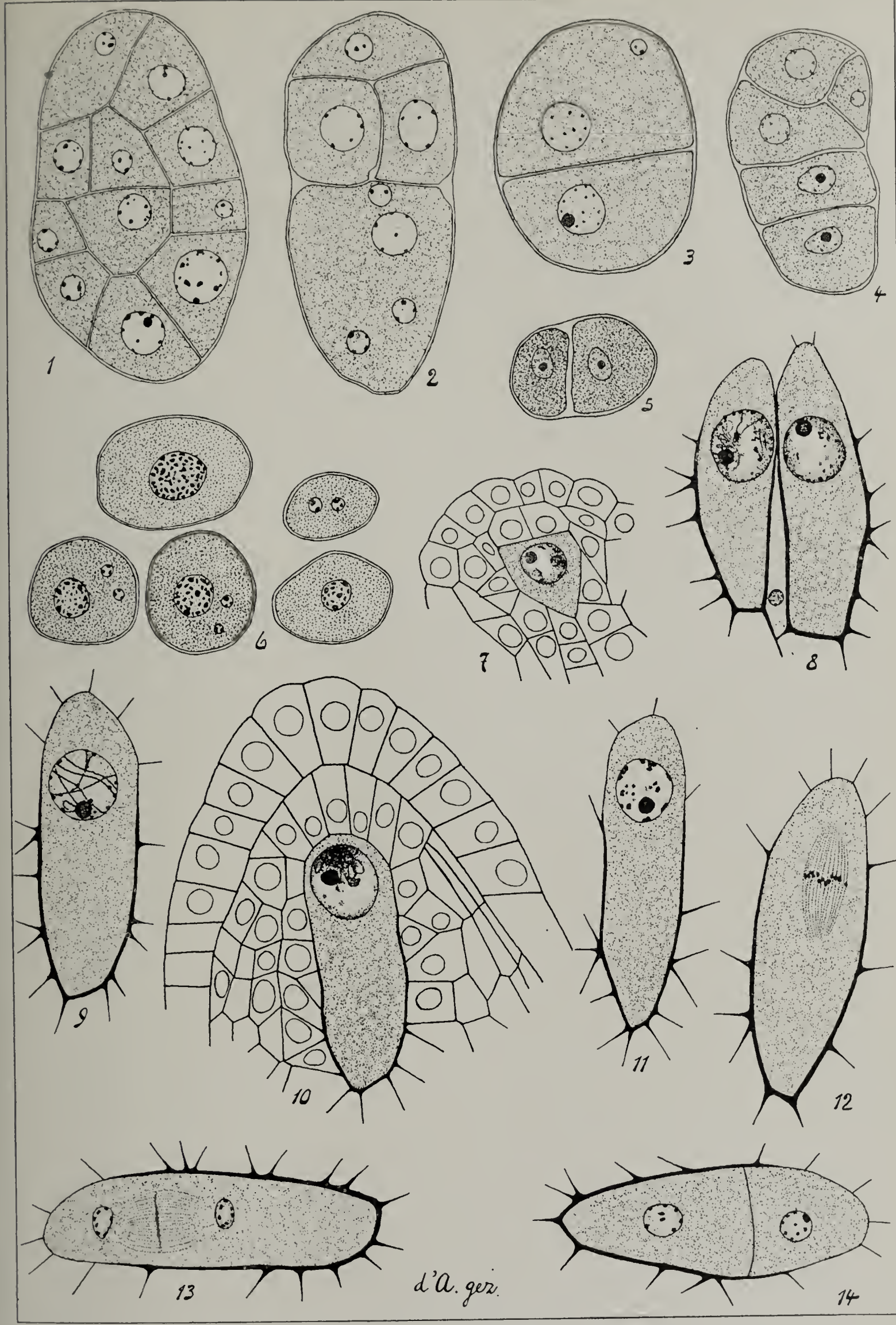
Unten, neben dem englisch-indischen Arbeiter, sieht man einen Sprößling mit seinen für dieses Stadium charakteristischen, schmalen Blättern.

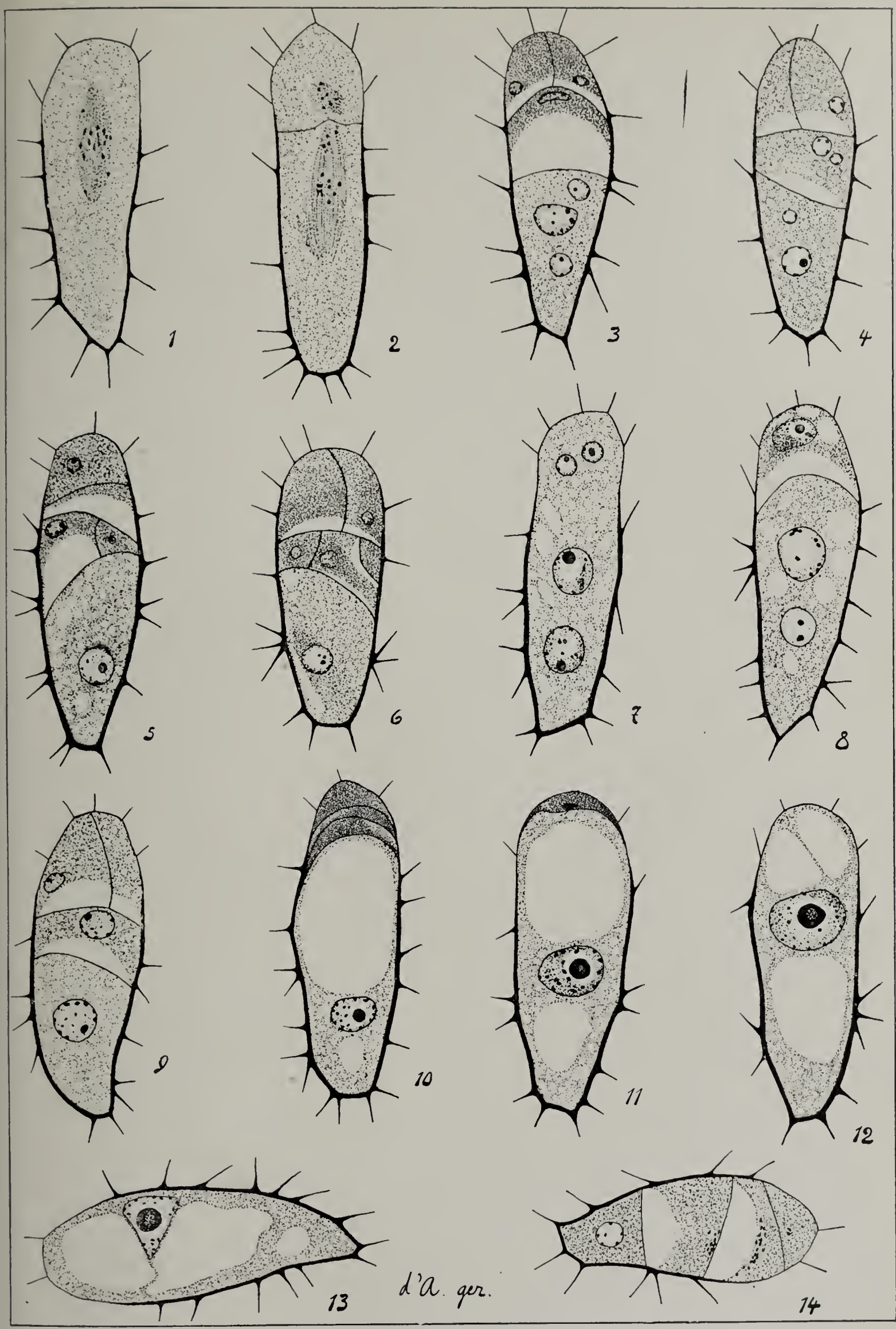
Tafel XI.

Ein Fruchtstand von Musa ornata chittagong.

Es sind 6 Scharen Früchte sichtbar. Oben die Knospe mit männlichen Trugzwittern. Von unten an gezählt finden wir in der zweiten Schar 2 normal entwickelte Früchte und 3 auf der Größe des Fruchtknotens zurückgebliebene Gebilde. Dasselbe in der dritten und fünften Schar. Diese unentwickelten Fruchtknoten stammen von vor Bestäubung geschützten Blüten her. Auch in der Farbe unterscheiden sich beide Typen; die unbestäubten erscheinen hell (gelb), die normal entwickelten dunkel (grün).

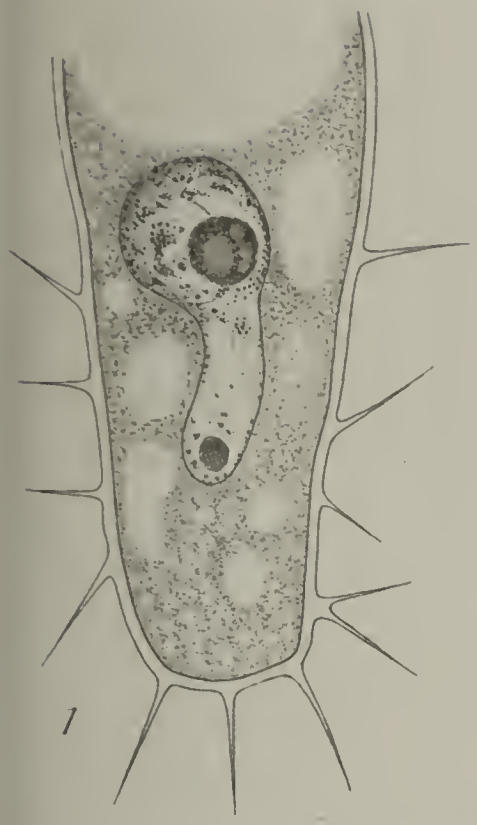

1
2
3
4
5
6
7
8
9
10
11
12
13
d'A. qu.

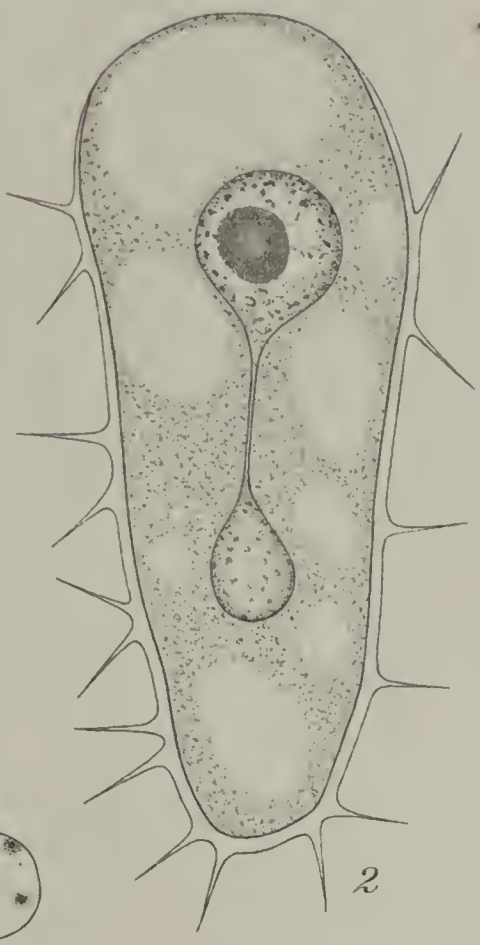

1
2
3
4
5
6
7
8
9
10
11
12
13
d'A. gez.
14

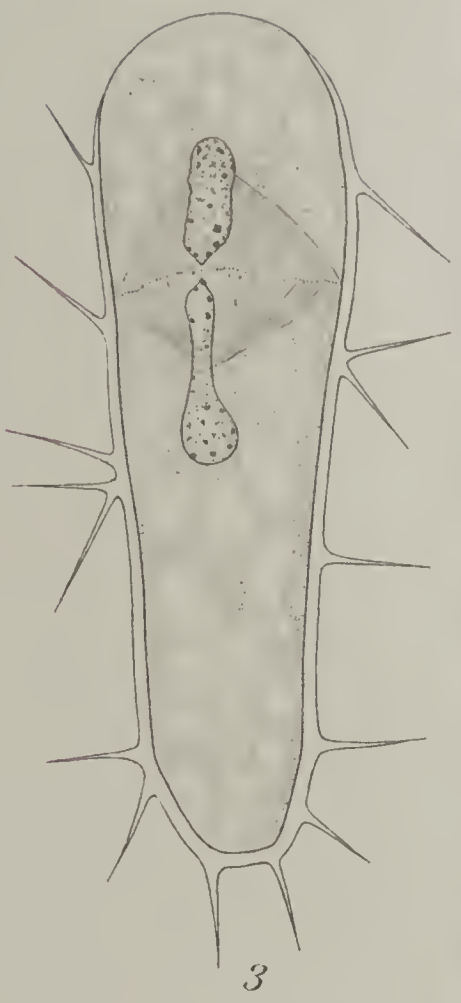

1
2
3
4
5
6
7
8
9
10
11
12
13
d'A. ger.
14



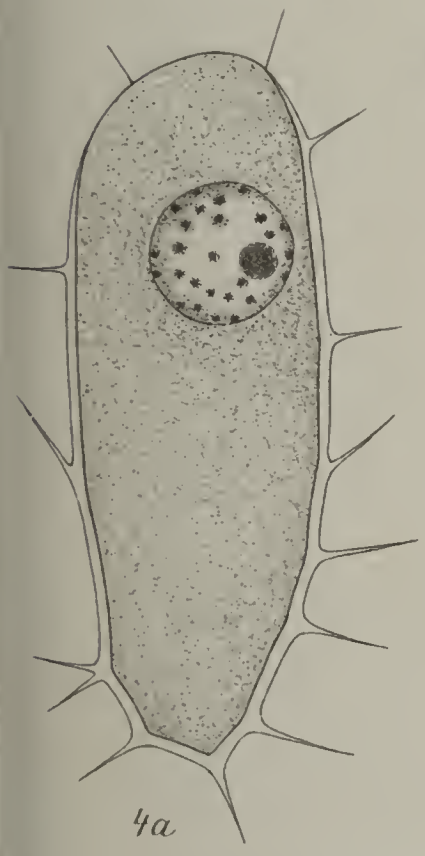
d'Angremond. *Verlag von Gustav Fischer in Jena.*


1


2

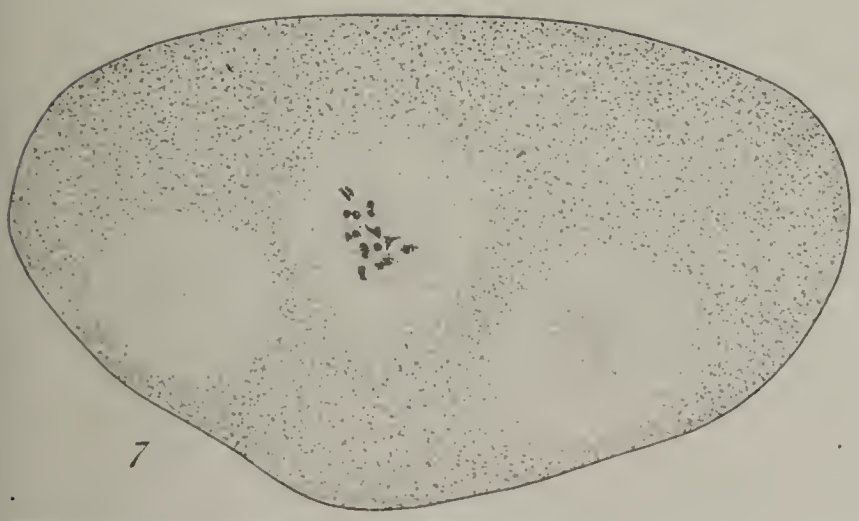

3


4b


4a

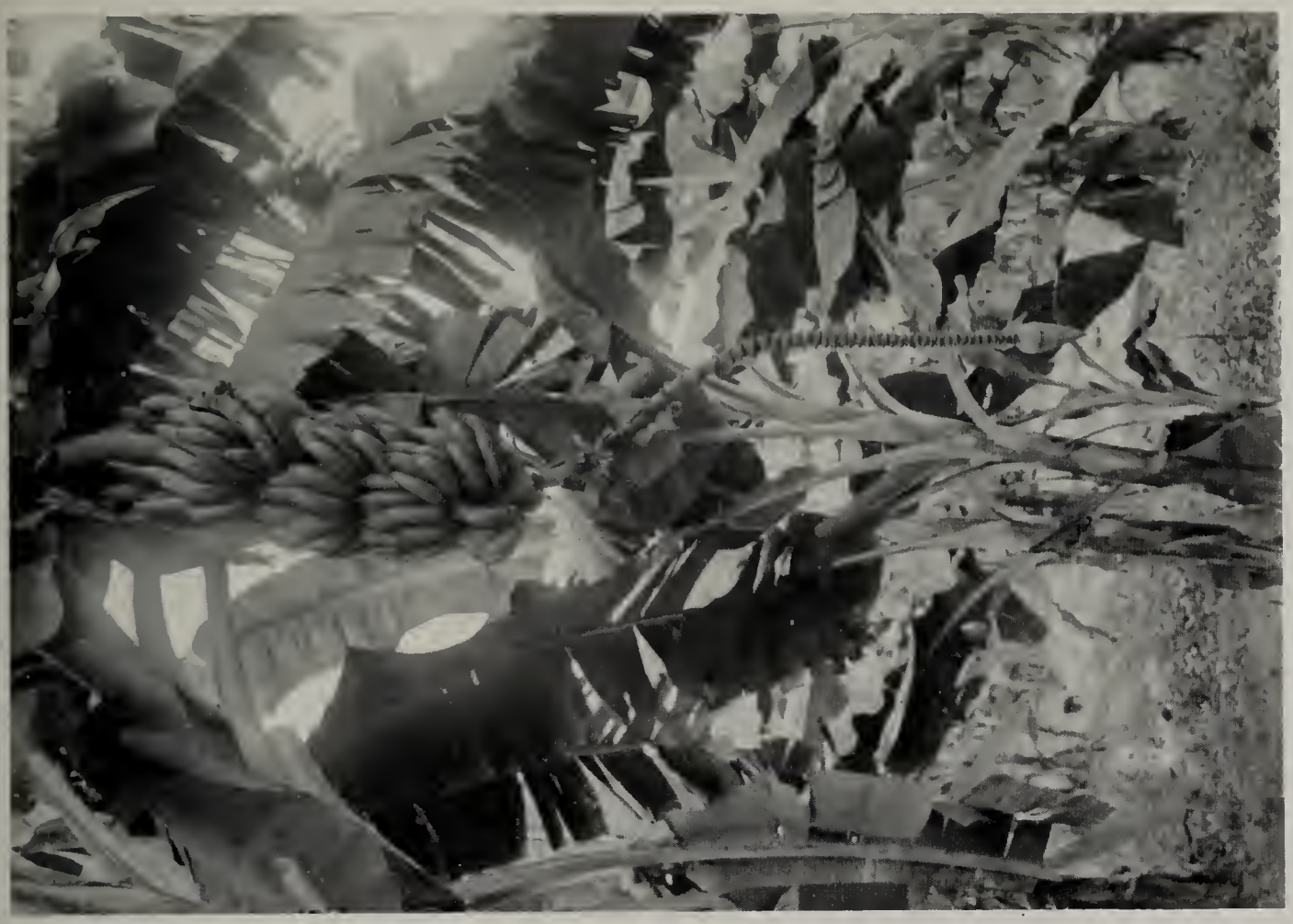

5


6


7

Verlag von Gustav Fischer in Jena.

E. Laue, Lith. Inst. Berlin



2i

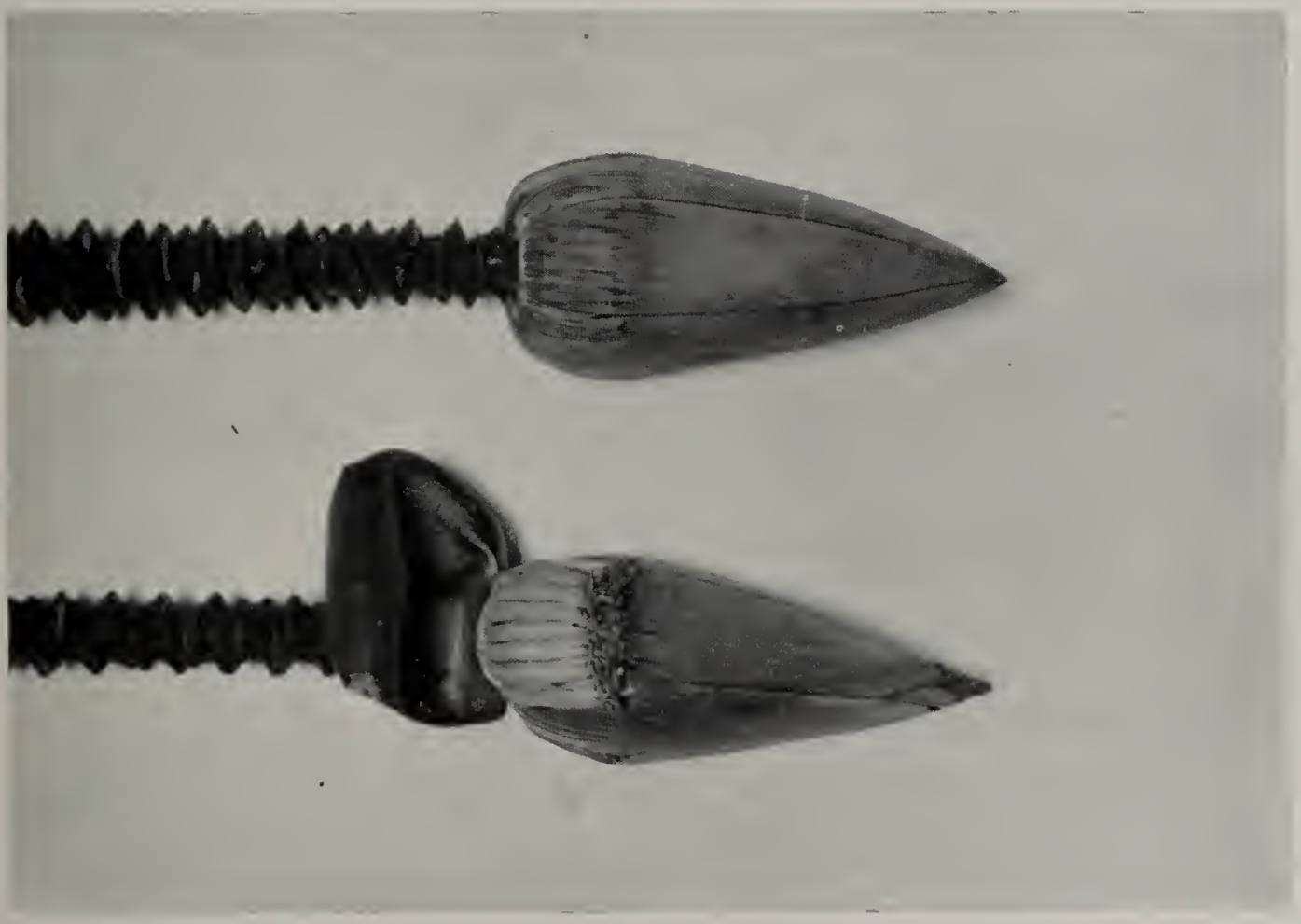


1.

d' Angremond. *Verlag von Gustav Fischer in Jena.*



2.



1.

d'Angremond.

Verlag von Gustav Fischer in Jena.



d'Angremond. Verlag von Gustav Fischer in Jena.