

Vergleichende Untersuchungen von Pollenkörnern einiger Liliaceen und Amaryllidaceen

Von

Rosalie Wunderlich (Wien)

(Mit 3 Textabbildungen)

Inhaltsübersicht

	Seite
Einleitung	30—32
Allgemeines über das Pollenkorn der Liliaceen.....	32—33
Die Ausbildung der Pollenkörner bei den einzelnen Gattungen der Liliaceen.....	33—45
Zusammenfassung und systematische Ergebnisse betreffs der Liliaceen	45—52
Amaryllidaceen.....	52—53
Schluß	53—54
Schriftenverzeichnis.....	54—55

Einleitung

Der langgestreckte generative Kern von *Muscari racemosum*, der sich mit Karminessigsäure fast augenblicklich und sehr schön färbte, so daß eine eigenartige, schraubige Struktur des Chromatins sichtbar wurde, war zunächst der Anlaß, daß ich mir auch andere Pollenkörner — auf die gleiche Art gefärbt — ansah. Vor allem interessierten mich die nächsten Verwandten, also *Scilloideae*. Diese wurden früher als „*Scilleae*“ mit den „*Tulipeae*“ zu den *Lilioideae* gestellt. KRAUSE hat nun in der zweiten Auflage der „Natürlichen Pflanzenfamilien“ (1930) auf Grund von SCHNARFS Arbeit über „Die Embryologie der *Liliaceae* und ihre systematische Bedeutung“ (1929) die *Scilleae* von den *Lilioideae* getrennt und eine selbständige Unterfamilie — die *Scilloideae* — daraus gemacht. Wegen dieser — früher für enger gehaltenen — Verwandtschaft dehnte ich meine Untersuchungen auch auf die *Lilioideae* im engeren Sinne (die früheren *Tulipeae*) aus. Da zeigte sich nun ein ziemlich auffallender Unterschied der generativen Zelle und ihres Kernes bei den *Lilioideae* und *Scilloideae*. Infolgedessen drängte sich mir die Frage auf: Sind die generativen Zellen (einschließlich der generativen Kerne) von

enger verwandten Pflanzen immer einander ähnlich? Wenn diese Frage zu bejahen wäre, dann ließe sich auch die zweite Frage stellen: Kann man vielleicht neben anderen embryologischen und anatomischen Merkmalen auch den generativen Kern heranziehen, um Verwandtschaftsbeziehungen aufzudecken? Bei Versuchen in dieser Richtung ist natürlich größte Vorsicht notwendig, um nicht voreilig und einseitig Schlüsse zu ziehen. Ich will darum auch betonen, daß diese Arbeit, welche ich dann auf die meisten Gruppen der *Liliaceae* und auch auf mehrere *Amaryllidaceae* ausdehnte, nur einen Versuch darstellen soll, vor allem auch deshalb, weil die von mir angewendete Methode der Färbung mit Karminessigsäure nicht in jeder Hinsicht zufriedenstellend ist. Sie gelingt wohl in vielen Fällen außerordentlich gut, macht aber in anderen Fällen Schwierigkeiten.

Ich trachtete, möglichst viele Pollenkörner zu untersuchen, und bringe nun die Liste der untersuchten Gattungen und Arten der *Liliaceae* und einiger weniger *Amaryllidaceae*. Bei der Aufzählung folge ich dem System der *Liliaceae*, wie es K. KRAUSE (in ENGLER u. PRANTL, 2. Aufl., 1930) aufgestellt hat, und dem System der *Amaryllidaceae* nach PAX. Das untersuchte Material stammte durchwegs aus dem Botanischen Garten (Freiland und Gewächshäuser) der Universität Wien.

Liliaceae

I. *Melanthioideae*:

1. *Tofieldieae*: *Tofieldia calyculata*.
5. *Veratreae*: *Amianthium muscaetoxicum*, *Veratrum album*, *V. nigrum*.
6. *Uvularieae*: *Uvularia grandiflora*.
9. *Colchiceae*: *Colchicum autumnale*.

III. *Asphodeloideae*:

- 1 a. *Asphodeleae-Asphodelinae*: *Asphodeline lutea*, *A. liburnica*, *Paradisialiliastrum*, *Eremurus spectabilis*.
- 1 b. *Asphodeleae-Anthericinae*: *Bulbine caulescens*, *Anthericum „algeriense“*¹, *A. liliago*, *A. ramosum*, *Chlorophytum Sternbergianum*, *Echeandia terniflora*.
2. *Hemerocallideae*: *Hosta plantaginea*.
- 3 a. *Aloineae-Kniphofiinae*: *Kniphofia natalensis*, *K. Nelsoni*.
- 3 b. *Aloineae-Aloinae*: *Haworthia parvipunctata*, *Gasteria Salmiana*, *Aloë* sp.

IV. *Allioideae*:

1. *Agapantheae*: *Agapanthus africanus*.
2. *Allieae*: *Allium nutans*, *A. flavum*, *A. montanum*, *A.* sp.

¹ Unter diesem Namen, den ich in der Literatur nicht gefunden habe, ist die Pflanze im Botanischen Garten der Universität Wien in Kultur.

V. *Lilioideae*: *Lilium incomparabile*, *Fritillaria tenella*, *F. dasyphylla*, *F. ophioglossifolia*, *Tulipa silvestris*, *T. pulchella*, *T. Kaufmanniana*, *Erythronium dens canis*.

VI. *Scilloideae*: *Albuca fastigiata*, *A. sp.*, *Galtonia candicans*, *Scilla bifolia*, *S. italica*, *S. non scripta*, *S. sp.*, *Camassia Leichtlinii*, *Eucomis punctata*, *Ornithogalum nutans*, *O. sphaerocarpum*, *O. narbonense*, *O. „Leichtlinii“*¹, *O. „Hausknechti“*¹, *Chionodoxa Luciliae*, *Puschkinia scilloides*, *P. scilloides* var. *libanotica*, *Hyacinthus orientalis*, *Muscari racemosum*, *M. comosum*, *M. Szovitsianum*.

VII. *Dracaenoideae*:

1. *Yuceae*: *Yucca filamentosa*.
3. *Dracaeneae*: *Dracaena fragrans*, *Sansevieria Laurentii*.

VIII. *Asparagoideae*:

1. *Asparageae*: *Asparagus officinalis*, *Danaë racemosa*.
2. *Polygonateae*: *Majanthemum bifolium*, *Polygonatum* sp.
3. *Convallarieae*: *Convallaria majalis*.

IX. *Ophiopogonoideae* (= *Mondoideae*): *Ophiopogon muscarioides*.

Amaryllidaceae

I. *Amaryllidoideae*:

- 1a. *Amaryllideae-Haemanthinae*: *Haemanthus puniceus*.
- 1b. *Amaryllideae-Galanthinae*: *Leucojum vernum*.
- 1d. *Amaryllideae-Zephyranthinae*: *Zephyranthes tubispatha*.
- 1e. *Amaryllideae-Crininae*: *Crinum* sp.
- 2e. *Narcisseae-Narcissinae*: *Narcissus incomparabilis*, *N. montanus*.

II. *Agavoideae*: *Agave* sp.

III. *Hypoxidoideae*:

2. *Hypoxideae*: *Hypoxis sobolifera*.

Allgemeines über das Pollenkorn der Liliaceen

Die Pollenkörner der *Liliaceae* sind in der Regel einfaltig, es bestehen aber Ausnahmen, z. B. *Uvularia grandiflora* mit zweifaltigen Pollenkörnern (GEITLER, 1935). Bei der Keimung des Pollenkornes, im Wasser, in Zuckerlösung oder Karminessigsäure, springt die Falte auf, der Inhalt des Pollenkornes quillt bald mehr, bald weniger — nur von der Intine begrenzt — aus dieser Öffnung. Die Form des Pollenkornes verändert sich dadurch. Das Verhältnis der Längsachse zur Querachse verschiebt sich zugunsten der letzteren. Dies schiebe ich voraus, weil die Zeichnungen

¹) Unter diesen Namen, die ich in der Literatur nicht gefunden habe, sind die Pflanzen im Botanischen Garten der Universität Wien in Kultur.

nach Pollenpräparaten gemacht sind, die mit Karminessigsäure gefärbt wurden. — Die Größe der Pollenkörner weicht bei den verschiedenen Gattungen stark ab; das kleinste fand sich bei *Tofieldia calyculata*, sehr große bei *Albuca fastigiata* u. a. Die Ausbildung der Exine ist verschieden, sie zeigt oft eine gröbere oder feinere Netzskulptur. Oft erscheint sie in der Aufsicht wie punktiert, auf den optischen Durchmesser eingestellt, zeigen sich feine Linien wie Poren. Sicher ist auch die Exine mit schuld, wenn die Färbung mancher Kerne schlecht gelingt (z. B. bei *Camassia*, *Hemerocallis*, *Lilium*). Außerdem ergeben sich Unterschiede in der Widerstandskraft des Pollenkornes gegenüber dem Wasser. Während die meisten entweder sofort oder nach einiger Zeit platzen, scheinen andere (z. B. von *Galtonia*) lange Zeit ohne sichtbare Veränderung im Wasser aushalten zu können; überdies konnte ich in manchem Wasserpräparat die generative Zelle sehen (*Fritillaria*, *Ornithogalum*), in anderen dagegen nicht. — Ebensolchen Verschiedenheiten begegnen wir auch bei der generativen Zelle und dem generativen Kern. Die Gestalt des Kernes ist nicht bei allen Gattungen und Arten gleich, auch die Färbbarkeit ist für die Gattungen sehr charakteristisch — mancher Kern färbt sich augenblicklich, ein anderer erst nach Tagen (*Camassia*, *Anthericum*; vgl. GEITLER, 1935: „Für *Anthericum* sind allgemein chromatinarme Kerne bezeichnend.“) — Die generative Zelle ist oft sehr schön, in vielen Fällen aber nicht deutlich zu sehen. Doch glaube ich, daß der schmale, helle Hof, der oft — besonders die langgestreckten — Kerne umgibt, das generative Plasma andeutet. Ich zweifle nicht daran, daß auch bei den *Liliaceae* stets generative Zellen vorhanden sind. Sehr wertvoll war für mich deshalb die letzte Arbeit von FINN (1935), der auch dort generative Zellen nachweisen konnte, wo früher nur nackte generative Kerne gesehen wurden. Er unterscheidet zwischen „plasmareichen“ und „plasmaarmen“ generativen Zellen. Beide finden sich bei den *Liliaceae*. Die plasmaarmen generativen Zellen sind nach FINN gewöhnlich mit verhältnismäßig großen Kernen versehen. Die Plasmaschicht zu beiden Seiten des Kernes nimmt „das Aussehen eines äußerst dünnen, kaum bemerkbaren Häutchens“ an. Gerade diese Beobachtung FINNS spricht dafür, daß wir den „hellen Hof“ als generative Zelle ansprechen können. Vielleicht kommt überhaupt dem Unterschied zwischen „plasmareichen“ und „plasmaarmen“ generativen Zellen größere systematische Bedeutung zu.

Die Ausbildung der Pollenkörner bei den einzelnen Gattungen der Liliaceen

I. *Melanthioideae*:

Tofieldia calyculata (Abb. 1, Fig. 1) hat von allen untersuchten *Liliaceae* das kleinste Pollenkorn; es ist nahezu kugelig. Der generative

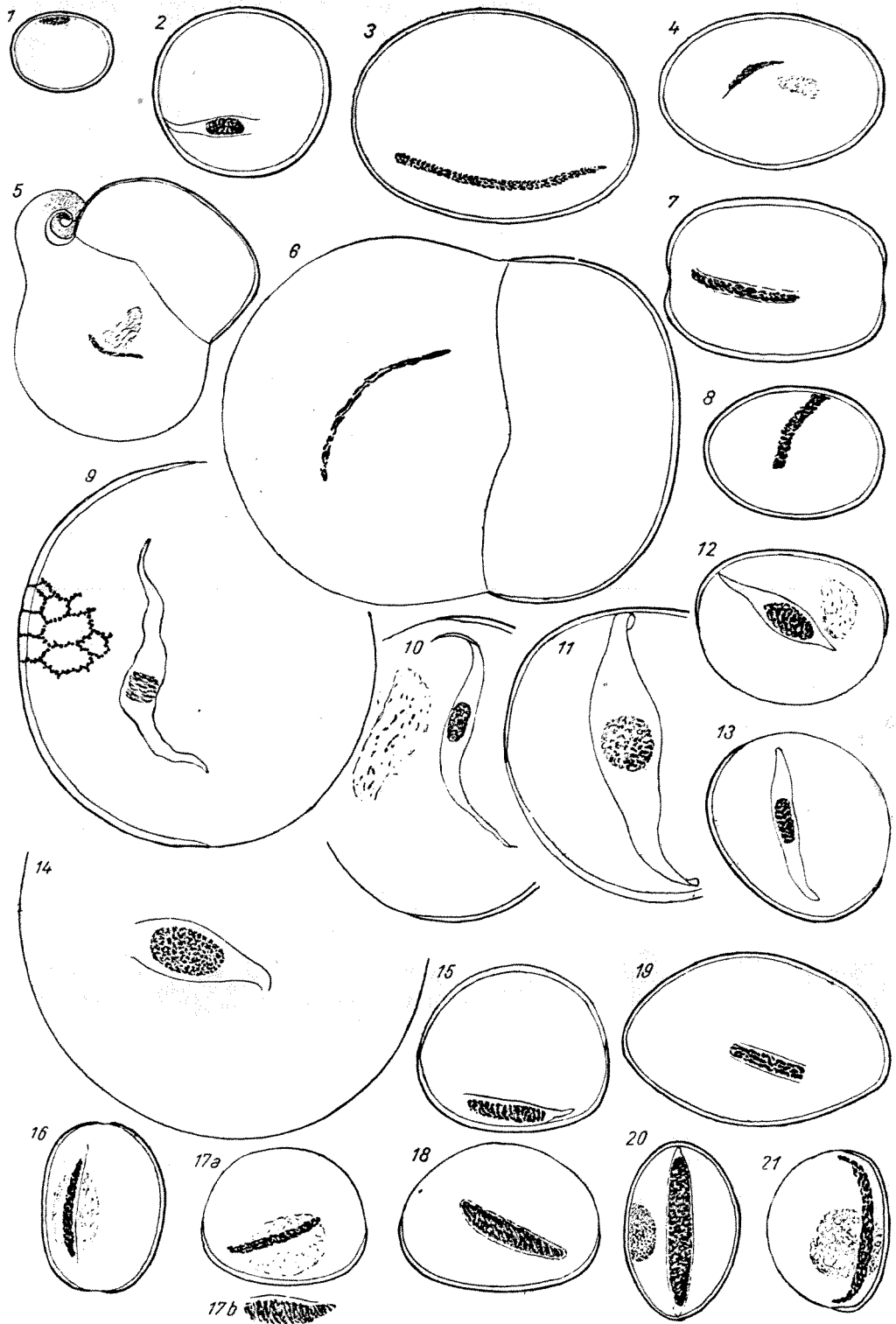


Abb. 1. Fig. 1—4. *Melanthioideae*: Fig. 1. *Tofieldia calyculata*. Fig. 2. *Veratrum nigrum*. Fig. 3. *Uvularia grandiflora*. Fig. 4. *Colchicum autumnale*. — Fig. 5—18. *Asphodeloideae*: Fig. 5. *Asphodeline liburnica*. Fig. 6. *Asphodeline lutea*. Fig. 7. *Eremurus spectabilis*. Fig. 8. *Bulbine caulescens*. Fig. 9. *Paradisialia liliastrum*. Fig. 10. *Anthericum „algeriense“*. Fig. 11. *Anthericum ramosum*. Fig. 12. *Chlorophytum Sternbergianum*. Fig. 13. *Echeandia terniflora*. Fig. 14. *Hosta plantaginea*. Fig. 15. *Kniphofia natalensis*. Fig. 16. *Haworthia parvipunctata*. Fig. 17. *Gasteria Salmiana*; *a* generativer Kern von der Schmalseite, *b* von der Breitseite. Fig. 18. *Aloë* sp. — Fig. 19—21. *Allioideae*: Fig. 19. *Agapanthus africanus*. Fig. 20. *Allium nutans*. Fig. 21. *Allium montanum*. — Vergrößerung der Fig. 5 etwa 250 fach, der übrigen Figuren etwa 500 fach

Kern färbt sich in sehr kurzer Zeit. Er ist länglich, nimmt etwa ein Drittel des Pollenkorndurchmessers ein und liegt sehr oft der Wand an. Ich hatte sogar den Eindruck, daß dies stets der Fall ist. Wenn wir ihn in der Mitte des Pollenkornes sehen, dürfte es sich nur um andere Ansichten handeln. Das Chromatin läßt eine eigene Struktur erkennen. Die generative Zelle wird nicht sichtbar, doch ist der generative Kern von einem hellen Hof umgeben, der wahrscheinlich von der Zelle herrührt.

Veratrum nigrum (Abb. 1, Fig. 2). Das Pollenkorn hat etwa die doppelten Ausdehnungen wie das von *Tofieldia calyculata*; der ovale, mehr kurze Kern färbt sich leicht. Auch die generative Zelle wird oft wenigstens teilweise sichtbar. Sie ist spindelförmig und meistens liegt eines der zugespitzten Enden der Intine an, wenn sie sich dieser nicht ganz anschmiegt. Den vegetativen Kern konnte ich nicht wahrnehmen. Die Exine besitzt eine sehr kleine netzartige Skulptur. — Die Pollenkörner von *Veratrum album* sind etwas kleiner, gleichen aber sonst ganz denen von *V. nigrum*.

Amianthium muscaetoxicum zeigt fast vollständige Übereinstimmung mit *Veratrum*: Größe des Pollenkornes wie *V. nigrum*, Exine, generative Zelle und Kern. Auch die wandständige generative Zelle finden wir häufig. Diese Einheitlichkeit verwundert uns um so weniger, als ja die beiden Gattungen auch habituell große Ähnlichkeit haben.

Uvularia grandiflora (Abb. 1, Fig. 3) stellt einen abweichenden Typus dar. Der schlanke generative Kern fällt durch seine Länge auf, die fast der des Pollenkornes gleichkommt. Das Chromatingerüst ist ziemlich fein. Ein heller, schmaler Saum um den generativen Kern deutet vielleicht die generative Zelle an. GEITLER (1935) gibt für dieselbe Art zwei Längsfalten des Pollenkornes an.

Färbungen von *Colchicum autumnale* (Abb. 1, Fig. 4) sind nur schlecht gelungen. Der generative Kern ist schmal und kurz.

III. *Asphodeloideae*:

1a. *Asphodeleae-Asphodelinae*

Asphodeline lutea (Abb. 1, Fig. 6) und *A. liburnica* (Abb. 1, Fig. 5) besitzen ein sehr charakteristisches Pollenkorn, das infolge einer merkwürdigen Eigenschaft mit keinem andern Liliaceen-Pollenkorn verwechselt werden kann. Sobald es in Karminessigsäure, Wasser oder Zuckerlösungen kommt, springt die tiefe Falte auf. Sofort quillt das Plasma derartig, daß sein Volumen ganz beträchtlich vergrößert wird; es tritt — von der außerordentlich dehnbaren Intine begrenzt — aus der Exine in einem Maße, wie ich es bei anderen Pollenkörnern nie beobachtet habe. Dabei zeigt sich sehr häufig noch eine sonst nie beobachtete Erscheinung. Die Intine wird so aufgetrieben, daß sie auf einer Seite einen Schlauch aus-

stülpt, der stets etwas gegen die Exine zu gekrümmt, oft sogar schneckenartig eingerollt ist (Abb. 1, Fig. 5). Ob diese merkwürdigen „Auswüchse“ mit der Pollenschlauchentstehung in irgendeiner Weise zusammenhängen, war mir leider nicht möglich festzustellen, da mir die Kultur von Pollenschläuchen trotz Variierens der Zuckerkonzentration nicht gelang. Der generative Kern dürfte wohl während dieser Vorgänge auch stärker gestreckt worden sein. Er ist lang und dünn und fast immer im herausgequollenen Teil des Pollenkornes zu finden. Die Struktur des Chromatins erweckt den Eindruck, als sei der Kern in Prophase. Von der generativen Zelle ist nichts mit Sicherheit wahrzunehmen. Die Exine besitzt nur eine feine Skulptur.

Das Pollenkorn von *Eremurus spectabilis* (Abb. 1, Fig. 7) zeigt keine derartige Quellbarkeit wie *Asphodeline*, doch ähnelt der generative Kern in Gestalt, Länge und Chromatinstruktur (oft deutlich schraubig) dem von *Asphodeline*. Auch die Unsichtbarkeit der generativen Zelle und die Ausbildung der Exine haben *Eremurus* und *Asphodeline* gemeinsam.

Paradisialia liliastrum (Abb. 1, Fig. 9) dagegen verhält sich von den beiden vorgenannten Gattungen grundverschieden. Das Pollenkorn ist ziemlich groß. Die generative Zelle ist sehr schön zu sehen. Sie ist groß und spindelförmig. Der generative Kern liegt in der Mitte; er ist fast kugelig zu nennen. Die Exine weist grobmaschige, netzartige Verdickungen auf.

1 b. *Asphodeleae-Anthericinae*

Anthericum ramosum (Abb. 1, Fig. 11). Ich habe in keinem anderen Pollenkorn (ausgenommen *Echeandia*, vgl. S. 37) nach Fixierung und Färbung mit Karminessigsäure die generative Zelle so schön gesehen wie bei *A. ramosum*. Wenige Tage nach der Herstellung des Präparates erscheint die große, spindelförmige generative Zelle. In der Mitte ist sie verhältnismäßig breit, die Enden sind fein zugespitzt und so lang ausgezogen, daß sie sich oft umkrümmen müssen. Der relativ kleine, annähernd kugelige generative Kern färbt sich schlecht und viel später als die Zelle, deren Mitte er einnimmt. Das Pollenkorn ist groß, die Exine mit netzartigen Verdickungen versehen. — Von *Anthericum liliago* war nur wenig Pollen erhältlich; dieser war aus großen und kleinen Körnern gemischt, wie es eigentlich für Bastarde charakteristisch ist; die großen sind etwas größer als die von *A. ramosum*. Die generative Zelle ist ebenfalls sehr gut zu sehen, nur in der Mitte etwas schmaler als bei *A. ramosum*. — *Anthericum algeriense* (Abb. 1, Fig. 10) hat etwas kleinere Pollenkörner als *A. ramosum* und von den drei untersuchten Arten die schlankste generative Zelle. Hier sieht man auch den vegetativen Kern, der bei den anderen Arten nicht sichtbar wird. Die netzartigen Verdickungen der Exine sind bei *A. liliago* und *A. algeriense* größer als bei *A. ramosum*.

Bulbine caulescens (Abb. 1, Fig. 8) besitzt weitaus kleinere Pollenkörner; die Exine erscheint fein punktiert. Die generative Zelle läßt sich nicht mit Bestimmtheit nachweisen; der generative Kern färbt sich sehr rasch und gut. Er ist länglich und das Chromatin läßt eine schraubensähnliche Struktur erkennen. Verglichen mit *Anthericum*, scheinen bei *Bulbine* ziemlich gegensätzliche Verhältnisse vorzuliegen.

Chlorophytum Sternbergianum (Abb. 1, Fig. 12). Die Ausdehnungen dieser Pollenkörner betragen nur die Hälfte jener von *Anthericum*. Im übrigen besteht aber mit *Anthericum* mehr Zusammenhang als mit *Bulbine*, besonders was die sehr deutlich wahrnehmbare generative Zelle anbelangt, die in ihrer Mitte den länglich-rundlichen Kern beherbergt. Die Exine ist fein punktiert. Der vegetative Kern färbt sich recht gut.

Die Exine von *Echeandia terniflora* (Abb. 1, Fig. 13) erwies sich ganz glatt. Die generative Zelle und ihr Kern sind von wunderbarer Deutlichkeit, wie es nur noch bei *Anthericum ramosum* der Fall ist. In der Größe stimmen *Chlorophytum* und *Echeandia* ziemlich überein.

2. *Hemerocallideae*

Hosta plantaginea (Abb. 1, Fig. 14). Das Pollenkorn ist sehr groß und nahezu kugelig. Der generative Kern ist ziemlich kurz (etwa zweimal so lang wie breit). Das Chromatin erscheint feinkörnig. Von der generativen Zelle ist nur der mittlere Teil zu sehen, während die Begrenzung an den Enden nicht beobachtet werden konnte.

Hemerocallis flava und *fulva* (beide mit großen, netzförmigen Verdickungen der Exine, die wahrscheinlich jede Beobachtung hinderte) eigneten sich nicht für diese Methode. Doch möchte ich die generative Zelle von *Hemerocallis flava* aus TRANKOWSKYS Arbeit (1931) zum Vergleich heranziehen. Allerdings liegt diese bereits im Pollenschlauch. Sie ist spindelförmig und in ihrem breiteren, mittleren Teil befindet sich der große, ovale Kern in Prophase.

3a. *Aloineae-Kniphofiiinae*

Das Pollenkorn der *Kniphofia*-Arten (Abb. 1, Fig. 15) zeichnet sich durch leichte Färbbarkeit aus. Der generative Kern ist nicht allzu lang, etwa der halben Länge des Pollenkornes gleich. Auch hier erscheint wieder das Chromatin schraubig. Die generative Zelle, die meist nicht oder nur annähernd zu sehen ist, wird bis auf die kurz zugespitzten Enden und einen schmalen, seitlichen Saum vom generativen Kern ausgefüllt. Sie ist oft wandständig. Der generative Kern von *Kniphofia Nelsoni* war in vielen Pollenkörnern schmal und intensiv gefärbt, in anderen breit und schwächer gefärbt. In beiden Fällen ist das Chromatin von schraubiger Struktur. Die zweierlei Ansichten lassen darauf schließen, daß der Kern zusammengedrückt ist. Die Exine ist fein punktiert.

3b. *Aloineae-Aloinae*

Haworthia parvipunctata (Abb. 1, Fig. 16) besitzt einen *Kniphofia*-ähnlichen Pollen. Das Pollenkorn ist etwas kleiner und auch relativ schmaler als bei *Kniphofia*; die Exinen beider Gattungen unterscheiden sich nicht. Der generative Kern zeigt ebenfalls zweierlei Ansichten — eine schmale und eine breite —, die beide die schraubige Struktur des Chromatins erkennen lassen. Die generative Zelle wird nur teilweise sichtbar, die Enden sind nie deutlich. Man findet sie oft an der Wand. Es ist interessant, daß bei *Haworthia* sp. im Wasser die generative Zelle deutlich zu sehen war. Auch der vegetative Kern färbt sich nach einiger Zeit.

Die Pollenkörner von *Gasteria Salmiana* (Abb. 1, Fig. 17 a, b) sind denen von *Haworthia* zum Verwechseln ähnlich. Größenmessungen geben nur ganz geringfügige Unterschiede. Eine weitere Beschreibung erübrigt sich mit dem Hinweis auf *Haworthia*.

Aloë sp. (Abb. 1, Fig. 18). Das Pollenkorn stimmt in Größe und Form gut mit *Kniphofia* überein. Seine halbe Länge gibt gleichfalls ungefähr die Länge des generativen Kernes an, doch fand ich diesen durchschnittlich etwas breiter als bei *Kniphofia*, *Haworthia* und *Gasteria*. Der generative Kern war öfter von einem hellen Hof umgeben, der vielleicht die generative Zelle andeutet. Von dieser war weiter nichts zu sehen.

IV. *Allioideae*:

Agapanthus africanus (Abb. 1, Fig. 19). Das Pollenkorn ist ziemlich groß. Der generative Kern ist stets kürzer als die halbe Länge des Pollenkornes. Die Färbung ist gut, so daß die Struktur des Chromatins deutlich hervortritt. Die generative Zelle wurde nie gesehen. Der vegetative Kern färbt sich nicht und bleibt deshalb von der Beobachtung ausgeschlossen. Eine seltene Ausnahme bildete ein Pollenkorn mit zwei fast kugeligen Spermakernen.

Allium (Abb. 1, Fig. 20, 21). Das Pollenkorn ist von mittlerer Größe. Beide Kerne färben sich fast augenblicklich. Dies ist wohl für *Allium* sehr charakteristisch. Der generative Kern ist lang; er erreicht mitunter die Länge des Pollenkornes; bei *A. montanum* (Fig. 21) übertrifft er diese sogar, so daß sich seine Enden leicht umbiegen müssen. Bei gewissen Arten ist der generative Kern dicker (*A. nutans*, *A. sp.*), bei anderen dünner (*A. flavum*, *A. montanum*). Die Struktur des Chromatins ist stets deutlich zu beobachten. Die generative Zelle tritt nie oder nur sehr selten hervor. Sie scheint aber in den meisten Fällen der Wand anzuliegen. Der vegetative Kern färbte sich in keinem anderen Liliaceen-Pollenkorn so schön wie bei *Allium*, so daß er in der Intensität der Färbung dem generativen Kern oft annähernd gleichkommt.

V. *Lilioideae*:

Erythronium dens canis (Abb. 2, Fig. 1) stelle ich deshalb an die Spitze dieser Reihe, weil es mit *Muscari racemosum* zusammen den Anstoß zu dieser Untersuchung gab. Das Pollenkorn ist groß und die generative Zelle färbt sich sehr rasch. In der Aufsicht beobachtet man zwei ungefähr runde Gebilde, den schwächer gefärbten vegetativen Kern und die intensiver gefärbte generative Zelle. In der Seitenansicht nimmt die generative Zelle fast die Länge des Pollenkornes ein, die Spitzen sind häufig umgebogen. Die Gestalt ist die einer plumpen Spindel — in der Mitte etwa ein Drittel der Pollenkornbreite, manchmal sogar noch mehr, gegen die Pole langsam abnehmend. Die Färbung ist ziemlich gleichmäßig. Wann und ob der generative Kern sichtbar wird, konnte ich nicht feststellen. Die gute Färbbarkeit des Plasmas ist sehr charakteristisch (vgl. SCHAFFNER, 1901).

Wesentlich kleiner ist der Pollen von *Fritillaria tenella* (Abb. 2, Fig. 2a, b). Der erste Eindruck ist fast derselbe, den man von *Erythronium* hat: eine breite, sehr lange generative Zelle. Hier ist auch der generative Kern zu sehen, doch dürfte er durch die Karminessigsäure stark gequollen sein, wie auch aus einem Vergleich mit *Fritillaria Meleagris* (FRIEMANN, 1910) hervorgeht. Da ich der Karminessigsäure nicht ganz traute, versuchte ich, Pollen im Wasser anzuschauen. Die breite, spindelförmige generative Zelle ist in den Wasserpräparaten sehr gut zu sehen. In der Aufsicht zeigt sich Zelle und Kern oft recht gut (Abb. 2, Fig. 2b). Auch der vegetative Kern ist in Wasserpräparaten deutlich zu erkennen. Ob dieses „Sichtbarsein“ der Kerne den Beginn des Absterbens anzeigt oder davon unabhängig ist, weiß ich nicht. Der Pollen von *Fritillaria tenella* scheint gegen Wasser sehr widerstandsfähig. Nach 20 Minuten zeigten sich noch keine Veränderungen, nach 1½ Stunden waren noch keine Pollenkörner geplatzt, nach 2 Stunden nur wenige Kerne noch gut sichtbar. Die Wasserpräparate von *F. dasyphylla* geben dieselben Bilder wie jene von *F. tenella*.

Tulipa silvestris (Abb. 2, Fig. 3a, b). Auch dieses Pollenkorn zeigt ohne jegliche Färbung — nur im Wasser — eine sehr große generative Zelle. In diesem Fall waren die Wasserpräparate sogar deutlicher als die Färbungen mit Karminessigsäure. Da der generative Kern auch hier ziemlich stark aufquellen dürfte und das generative Plasma sich gut färbt, verschwimmen die Grenzen. Allerdings gilt dies nur für junge Präparate; in einem sehr alten lag in der Mitte der langen generativen Zelle der eiförmige, intensiv gefärbte Kern. In Wasserpräparaten von *T. pulchella* konnte ich wieder die typische, breite generative Zelle, die an ihren Enden infolge Raummangels leicht umgebogen ist, und den vegetativen Kern wahrnehmen.

Der Pollen von *Lilium* setzte der Färbung mit Karminessigsäure große

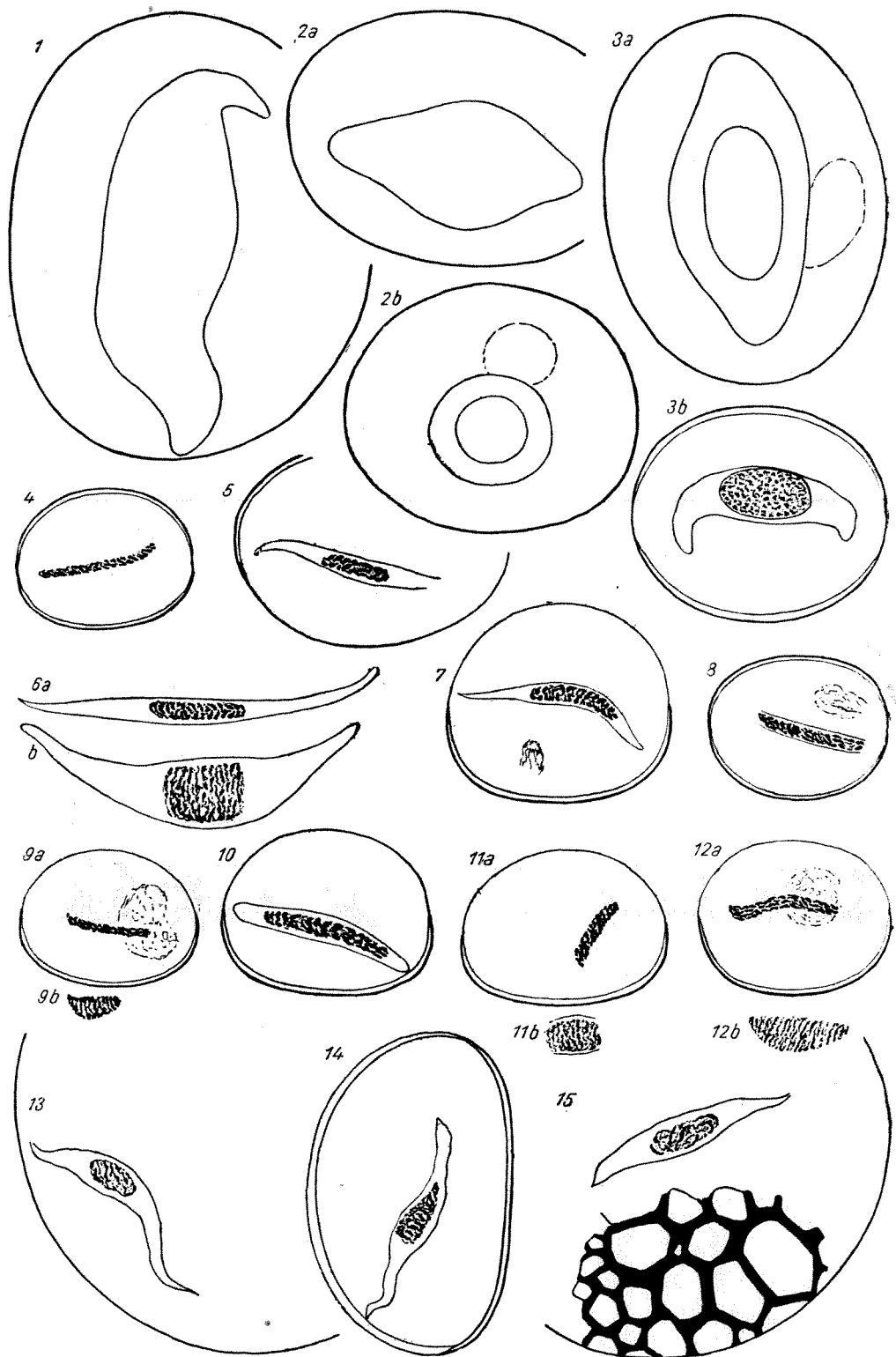


Abb. 2. Fig. 1—3. *Lilioideae*: Fig. 1. *Erythronium dens canis*. Fig. 2. *Fritillaria tenella* (Wasser); *a* generative Zelle von der Seite, *b* generative Zelle mit Kern in der Aufsicht. Fig. 3. *Tulipa silvestris*; *a* Wasserpräparat, *b* Karminessigsäurepräparat, alt. — Fig. 4—15. *Scilloideae*: Fig. 4. *Muscari racemosum*. Fig. 5. *Muscari comosum*. Fig. 6. *Ornithogalum nutans*; *a* generative Zelle von der Schmalseite, *b* von der Breitseite. Fig. 7. *Ornithogalum*

Schwierigkeiten entgegen, an denen wohl hauptsächlich die Exine mit ihren großen, netzartigen Verdickungen die Schuld trägt. Nach mißlungenen Versuchen bei verschiedenen *Lilium*-Arten brachte ich es bei *Lilium incomparabile* nach Entfärben mit Alkohol und Aufhellung in Organumöl endlich so weit, daß der generative Kern zu sehen war. Die Gestalt des Kernes und die Beschaffenheit des Chromatins erinnern sehr an *Tulipa*. Der Kern von *Lilium Martagon* nach der Abbildung in der Arbeit von NAWASCHIN (1910) ist ebenfalls ellipsoidisch, die generative Zelle wird beschrieben als länglich, linsenförmig und an ihren beiden Enden stark zugespitzt.

VI. Scilloideae

Ich setze *Muscari racemosum* (Abb. 2, Fig. 4) an erste Stelle, und zwar aus demselben Grund, der mich bestimmte, die *Lilioideae* mit *Erythronium* zu beginnen. Das reife Pollenkorn wurde schon früher beschrieben. Ich will aber doch noch einmal den sehr langgestreckten, aber dünnen generativen Kern und dessen eigenartiges Chromatin hervorheben. Das Pollenkorn und der generative Kern der kleinen *Muscari*-Art *M. Szovitsianum* ist nicht wesentlich verschieden. Dagegen ist das Pollenkorn von *M. comosum* (Abb. 2, Fig. 5) bedeutend größer, aber der generative Kern ist nicht allein relativ, sondern auch absolut kürzer als bei *M. racemosum*. Ob vielleicht die Länge des generativen Kernes mit der Zahl der Chromosomen in Zusammenhang steht ?? Daß *M. comosum* mit 9 Chromosomen einen kurzen, *M. racemosum* mit 27 Chromosomen einen langen generativen Kern besitzt? Allerdings erfährt diese Annahme keine Stütze bei *Ornithogalum*, da der generative Kern von *O. nutans* (14 bis 16 Chromosomen nach HEITZ, 1926) und der von *O. narbonense* (7 Chromosomen nach HEITZ, 1926) fast von gleicher Länge sind. Dagegen ist das Pollenkorn und die generative Zelle von der ersteren Art annähernd doppelt so groß wie von der letzteren. Die generative Zelle ist bei *Muscari* nie klar zu sehen, bei *M. racemosum* als heller Hof um den Kern, bei *M. comosum* als eine schmale, lange Spindel.

Ornithogalum nutans (Abb. 2, Fig. 6 a, b). Der generative Kern ist linsenförmig, wir sehen ihn also einmal von der Breit-, das andere Mal von der Schmalseite. Im letzten Fall gleicht er in Gestalt und Chromatinstruktur dem Kern von *Muscari comosum*. Sogar die lange, fein zugespitzte generative Zelle ist beiden gemeinsam. Im Wasserpräparat zeigt sich

narbonense. Fig. 8. *Puschkinia scilloides*. Fig. 9. *Chionodoxa Luciliae*; a generativer Kern von der Schmalseite, b von der Breitseite. Fig. 10. *Hyacinthus orientalis*. Fig. 11. *Scilla bifolia*; a generativer Kern von der Schmalseite, b von der Breitseite. Fig. 12. *Eucomis punctata*; a generativer Kern von der Schmalseite, b von der Breitseite. Fig. 13. *Albuca fastigiata*. Fig. 14. *Camassia Leichtlinii*. Fig. 15. *Galtonia candicans*. — Vergrößerung etwa 500fach

nur die generative Zelle in der eben beschriebenen Form. In ihren Spitzen fällt ein feinkörniger Inhalt auf (Plasma?). Wasserpräparate von *O. „Leichtlinii“* geben dasselbe Bild der generativen Zelle. Die Pollenkörner von *Ornithogalum* sind gegen Wasser sehr empfindlich; z. B. sind jene von *O. nutans* nach fünf Minuten fast alle geplatzt. Die Entleerung erfolgt explosionsartig. — Sehr gute Färbungen des generativen Kernes, so daß die schraubenähnliche Struktur des Chromatins sehr deutlich wird, erzielt man bei *O. sphaerocarpum*, *O. narbonense*, *O. „Leichtlinii“*. Letztere Art besitzt große Pollenkörner. Außerdem fand ich bei *O. „Leichtlinii“* und *O. „Haussknechti“* ausnahmsweise 3-kernige Pollenkörner. Bei *O. „Haussknechti“* sah ich die Spermakerne in der jüngeren Gestalt (länglich, einseitig zugespitzt), bei *O. „Leichtlinii“* sogar in der jüngeren und in der älteren, kugeligen Form (analog den Beobachtungen an Pollenschlauchkulturen von *Muscari*). In diesem letzten Fall hatte die Keimung der Pollenkörner bereits in der Anthere begonnen. Ein heller Hof — besonders um die jüngeren Spermakerne — macht das Vorhandensein von Eigenplasma sehr wahrscheinlich.

Puschkinia scilloides var. *libanotica* (Abb. 2, Fig. 8). Der generative Kern stimmt im großen und ganzen mit *Muscari racemosum* überein. Die generative Zelle ist nur ab und zu erkennbar. Bei *Puschkinia* wurde die Keimung von Pollenkörnern in der Anthere festgestellt. Der generative Kern war aber noch ungeteilt.

Chionodoxa Luciliae (Abb. 2, Fig. 9 a, b). Der generative Kern ähnelt *Muscari racemosum*, doch ist er flachgedrückt wie bei *Ornithogalum*-Arten. Wir finden hier wieder ausnahmsweise 3-kernige Pollenkörner.

Auch bei *Hyacinthus orientalis* (Abb. 2, Fig. 10) treffen wir einen langgestreckten generativen Kern, der in einer ebensolchen Zelle liegt. Neben Kernen, die gleichfalls den schraubigen Bau des Chromatins zeigen, sehen wir solche mit deutlich unterscheidbaren Chromosomen, ein Zeichen, daß die Teilung im Gange ist, was durchaus möglich ist, da sich ja auch hier vereinzelt 3-kernige Pollenkörner finden. Die Spermakerne sind annähernd kugelig.

Die *Scilla*-Arten (Abb. 2, Fig. 11 a, b) schließen sich gleichfalls dem Typus der besprochenen *Scilloideae* an. Der generative Kern ist länglich, aber flach wie bei *Ornithogalum* und *Chionodoxa*. In der übrigen Ausbildung — besonders in der Beschaffenheit des Chromatins — ergeben sich keine Unterschiede. Die Zelle ist andeutungsweise sichtbar. Bei einer sehr früh blühenden Art des Botanischen Gartens waren „Riesepollen“ häufig. Daß es sich um Pollentetraden handelt, die sich nicht geteilt haben, geht aus verschiedenen Übergängen hervor. Diese Riesepollen besitzen auch einen „Riesenkern“.

Eucomis punctata (Abb. 2, Fig. 12 a, b). Der generative Kern färbt sich wie bei den vorher besprochenen Gattungen überraschend schnell.

Auch hier finden wir wieder den abgeplatteten Kern. Von der generativen Zelle ist außer dem hellen Hof um den generativen Kern nichts wahrzunehmen.

Das Pollenkorn von *Albuca fastigiata* (Abb. 2, Fig. 13) ist von den untersuchten *Liliaceae* am größten — wenigstens in diesem Zustand. Es ist fast kugelig. Die generative Zelle ist einwandfrei zu erkennen. Sie ist schlank, hat lang ausgezogene Spitzen. Der ellipsoidische Kern ist relativ sehr klein, ein Achtel des Pollendurchmessers. Eine andere nicht bestimmte Art mit grünlichen Blüten besitzt ein etwas kleineres Pollenkorn, aber die generative Zelle ist wie bei *A. fastigiata* beschaffen. Vom vegetativen Kern ist nichts zu sehen.

Das Pollenkorn von *Galtonia candicans* (Abb. 2, Fig. 15) stimmt fast vollkommen mit *Albuca* überein. Der generative Kern hat das Aussehen eines Fadenknäuels. Trotz aller Ähnlichkeit mit *Albuca* ist das Pollenkorn von *Galtonia* durch große, netzartige Verdickungen seiner Exine auf den ersten Blick zu erkennen.

Camassia Leichtlinii (Abb. 2, Fig. 14) färbt sich schlecht, und zwar wird zuerst die generative Zelle und erst nach Wochen der kleine, generative Kern sichtbar. In dieser Hinsicht nähert sich *Camassia* den Gattungen *Albuca* und *Galtonia*. Die Exine weist netzartige Verdickungen auf wie bei *Galtonia*, nur sind sie engmaschiger. Das Pollenkorn von *Camassia* ist ja auch kleiner als das von *Galtonia*, und außerdem ist es verhältnismäßig lang (zweimal so lang wie breit).

VII. *Dracaenoideae*:

Von *Yucca filamentosa* (Abb. 3, Fig. 1) besitzt das Pollenkorn etwa die Größe jenes von *Sansevieria* und *Dracaena*, aber es ist nicht so schön kugelig wie diese. Die dicke Exine erschwert die Färbung des generativen Kernes, der als kleines, längliches Gebilde sichtbar wird. Auch von der generativen Zelle finden sich nur unklare Spuren. Der vegetative Kern läßt sich bei diesen drei *Dracaenoideae*-Gattungen mit Karminessigsäurefärbung nicht sichtbar machen.

Dracaena fragrans (Abb. 3, Fig. 2). Das Pollenkorn ist fast kugelig, die Exine besitzt neben kleinen Poren noch eine ganz eigenartige, rissige Zeichnung. Generativer Kern und Zelle färben sich schwer und nicht sehr deutlich. Soviel aber ist sicher, daß in einer außerordentlich schlanken, langen und fein zugespitzten generativen Zelle ein länglicher Kern liegt.

Sansevieria Laurentii (Abb. 3, Fig. 3). Das Pollenkorn ist fast von gleicher Größe wie bei *Dracaena* und ebenso rund. Die Exine aber zeigt weder Poren noch Zeichnungen. Die generative Zelle ist noch viel dünner als bei *Dracaena*. Ich beobachtete bei keiner anderen Liliaceen-Gattung eine so feine generative Zelle.

VIII. *Asparagoideae*:

Asparagus officinalis (Abb. 3, Fig. 4). In einem fast kugeligen Pollenkorn kommt ein kurzer, aber schmaler generativer Kern deutlich zum Vorschein. Die Länge des Kernes ist etwa ein Drittel der Länge des Pollenkornes. Das Chromatin ist strukturiert.

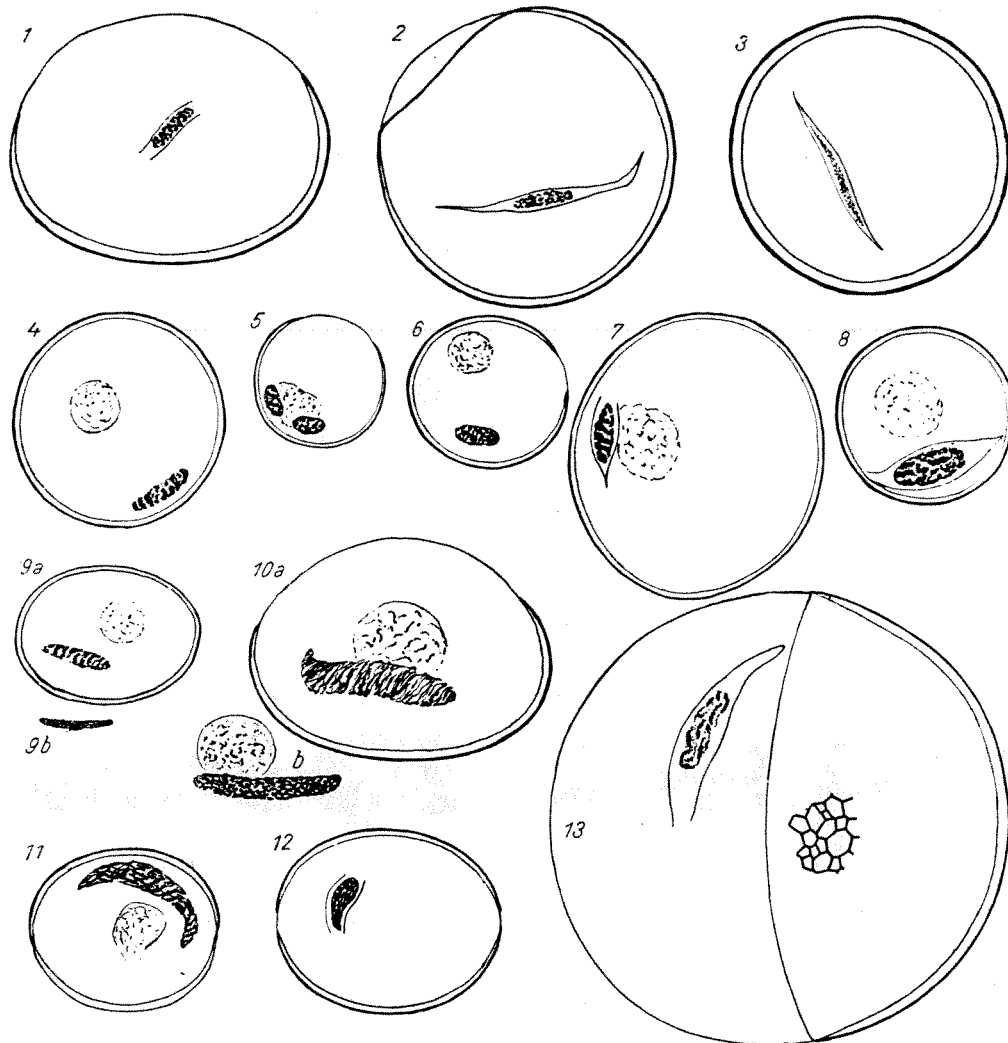


Abb. 3. Fig. 1—3. *Dracaenoideae*. Fig. 1. *Yucca filamentosa*. Fig. 2. *Dracaena fragrans*. Fig. 3. *Sansevieria Laurentii*. — Fig. 4—8. *Asparagoideae*. Fig. 4. *Asparagus officinalis*. Fig. 5. *Danaë racemosa*. Fig. 6. *Majanthemum bifolium*. Fig. 7. *Polygonatum* sp. Fig. 8. *Convallaria majalis*. Fig. 9. *Ophiopogon muscarioides*; a generativer Kern von der Breitseite, b von der Schmalseite. — Fig. 10—13. *Amaryllidaceae*. Fig. 10. *Haemanthus puniceus*; a generativer Kern von der Breitseite, b von der Schmalseite. Fig. 11. *Leucojum vernalis*. Fig. 12. *Hypoxis sobolifera*. Fig. 13. *Agave* sp. — Vergrößerung etwa 500fach

Danaë racemosa (Abb. 3, Fig. 5) hat sehr kleine Pollenkörner (nach *Tofieldia calyculata* die kleinsten), die noch etwas besonders Auffälliges zeigen: sie sind dreikernig, was sonst bei den *Liliaceae* gelegentlich als Ausnahme vorkommt, aber noch nirgends regelmäßig beobachtet werden

konnte. Diesen merkwürdigen, unscheinbaren Blüten ist das Alter schwer anzusehen. Vielleicht waren sie schon sehr stark verblüht und die Ursache der Dreikernigkeit ist das Alter? (Vgl. WULFFS [1934] Vermutung bei *Impatiens parviflora*, „daß es sich bei der beobachteten Dreikernigkeit um eine Alterserscheinung handelt, daß sich dieser letzte Teilungsschritt also noch in älteren, geöffneten Blüten vollzieht.“) Ich bin deshalb sehr skeptisch und muß neue Versuche abwarten.

Majanthemum bifolium (Abb. 3, Fig. 6) besitzt ein kleineres, aber sehr ähnliches Pollenkorn wie *Asparagus*. Es ist fast kugelig. Der vegetative Kern färbt sich auffallend stark; der generative liegt oft an der Wand, ist länglich, aber relativ breiter als von *Asparagus* und im Querschnitt rund.

Polygonatum sp. (Abb. 3, Fig. 7). Das Pollenkorn ist etwas größer als von *Asparagus*, im übrigen herrscht volle Übereinstimmung, ganz besonders in der Ausbildung des generativen Kernes. Dieser liegt oft, von einem hellen Hof umsäumt, an der Wand.

Convallaria majalis (Abb. 3, Fig. 8). Das Pollenkorn ist ebenfalls kugelig und steht hinsichtlich seiner Größe zwischen *Asparagus* und *Majanthemum*. Der generative Kern ist breit, das Chromatin strukturiert und die oft wandständige generative Zelle (von typischer Spindelform) ist manchmal wenigstens teilweise recht schön zu sehen. Es ist mir besonders wertvoll, daß TRANKOWSKY (1931) das Pollenkorn von *Convallaria* abbildet. Es zeigt wohl mehr Feinheiten, aber im großen und ganzen dieselben Verhältnisse wie im Karminessigsäure-Präparat. „Bei dem generativen Kern setzen die ersten Teilungsschritte schon im Pollenkorn ein, man findet hier das Stadium der Prophase.“

IX. *Ophiopogonoideae*:

Ophiopogon muscarioides (Abb. 3, Fig. 9 a, b) besitzt ein kleines, länglich-ellipsoidisches Pollenkorn, dessen leicht färbbarer, länglicher generativer Kern zweierlei Ansichten zeigt, eine breite und eine schmale. Die generative Zelle konnte ich nicht sehen.

Zusammenfassung und systematische Ergebnisse betreffs der Liliaceen

Nach dieser eintönigen Beschreibung der Pollenkörner will ich nun den Versuch machen, die Ergebnisse zusammenzufassen und systematisch zu verwerten. Dies kann natürlich nur geschehen, wenn auch andere Ergebnisse zum Vergleich herangezogen werden. Sehr wertvolle Hilfe leistete mir in dieser Hinsicht die zusammenfassende Arbeit von SCHNARF, „Die Embryologie der *Liliaceae*“ (Nachträge in der „Vergleichenden Embryologie der Angiospermen“, 1931).

I. Die wenigen Vertreter aus der Unterfamilie der *Melanthioideae* (Abb. 1, Fig. 1—4) zeigen ganz verschiedene Ausbildung ihres Pollen-

kornes. *Tofieldia calyculata* ist charakterisiert durch das kleinste Pollenkorn, das bei den *Liliaceae* gesehen wurde. In der Tribus der *Veratreae* fand ich bei *Amianthium muscaetoxicum*, *Veratrum album* und *V. nigrum* das Pollenkorn doppelt so groß. Diese Gattungen stimmen in der Größe und in der Ausgestaltung des generativen Kernes vollkommen überein. *Uvularia*, deren Pollenkörnern ein sehr langgestreckter generativer Kern eigen ist, unterscheidet sich auf den ersten Blick von den *Veratreae*, bei denen außer dem viel kleineren, ellipsoidischen generativen Kern auch die Zelle deutlich sichtbar wird, was bei *Uvularia* nicht der Fall ist. Diese drei Gruppen — *Tofieldieae*, *Veratreae*, *Uvularieae* — weichen durch ihren Pollen voneinander ab. Interessant ist es, wenn wir diese Feststellung mit SCHNARFS Ergebnis vergleichen, daß die *Melanthioideae* im Sinne ENGLERS nicht einheitlich sind: „Die *Tofieldieae* und *Helonieae* bilden eine eng zusammengehörende Gruppe. Eine weitere einheitliche Gruppe dürften die *Veratreae* bilden.“ Die *Uvularieae* lassen keine näheren Beziehungen zu den *Tofieldieae* und *Veratreae* erkennen.

III. *Asphodeloideae* (Abb. 1, Fig. 5—18). 1. Aus der Tribus der *Asphodelae* stand mir Pollen von zwei Subtribus (*Asphodelinae* und *Anthericinae*) zur Verfügung. Bei *Asphodeline* und *Eremurus* (beides *Asphodelinae*) war die generative Zelle nicht zu sehen. Dagegen färbt sich der generative Kern sehr gut; er ist lang und dünn. Das Chromatin zeigt eine ähnliche Struktur. Auch die Exine weist eine gewisse Übereinstimmung auf. Die Gattung *Paradisica*, die von KRAUSE zu den *Asphodelinae* gestellt wird, zeigt wesentlich andere Verhältnisse: Die spindelförmige generative Zelle ist deutlich zu erkennen, der generative Kern ist breiter, aber viel kürzer als bei *Asphodeline* und *Eremurus*. Er nimmt nur den mittelsten Teil der Zelle ein. Die Exine ist durch netzförmige Verdickungen gekennzeichnet. Dieselben Merkmale (Größe des Pollenkornes, generative Zelle und generativer Kern, Exine) finden sich in voller Übereinstimmung bei *Anthericum* (*A. ramosum*, *liliago*, *algeriense*) wieder, einer Gattung, die aber zur Subtribus der *Anthericinae* gehört. Auch STRASBURGER (1884, S. 23) hebt hervor, daß bei *Anthericum ramosum* die generative Zelle wesentlich größer ist als ihr Zellkern. Bei *Chlorophytum* und *Echeandia* fehlen die netzartigen Verdickungen der Exine. Das Pollenkorn ist viel kleiner, doch zeigte sich die generative Zelle und der generative Kern besonders bei *Echeandia* sehr schön. Von *Anthericum* auffallend verschieden ist *Bulbine*. Diese Gattung reiht KRAUSE in die Gruppe der *Anthericinae* ein. Die generative Zelle ist nicht oder nur undeutlich zu sehen. Der generative Kern hat entschieden mehr Ähnlichkeit mit dem von *Eremurus* und *Asphodeline*. Gerade diese beiden scheinbaren Ausnahmen — *Paradisica* und *Bulbine* — stützen die Vermutung, daß das Pollenkorn, vor allem die generative Zelle mit ihrem Kern, eine gewisse systematische Bedeutung hat. STENAR (1928 a, b)

wies auf Grund embryologischer Befunde nach, daß *Paradisia* aus den *Asphodelinae* auszuscheiden und den *Anthericinae* einzureihen ist, mit denen es sukzedane Teilung der Pollenmutterzellen, helobiales Endosperm und mit *Anthericum* (SCHNARF 1928) sogar das Embryosackhaustorium gemeinsam hat. Bei *Bulbine* findet sich dagegen simultane Teilung der Pollenmutterzellen und ein Arillus, typische Merkmale, die sich bei den *Asphodelinae* finden, zu welchen er deshalb *Bulbine* rechnet. Außerdem hat GEITLER (1935) bei *Bulbine caulescens* 7 Chromosomen festgestellt. Diese Zahl findet sich bei *Asphodeline* (TISCHLER 1922) und bei *Eremurus spectabilis* (PROSINA 1930) wieder. Dagegen besitzen *Paradisia* und *Anthericum* nach STENAR (1928) 16 Chromosomen (vgl. auch GEITLER 1935). SCHNARF (1929, 1931) ist für die Umstellung von *Paradisia* und *Bulbine* nachdrücklich eingetreten, doch nahm KRAUSE in der Neuauflage der „Natürlichen Pflanzenfamilien“ darauf keine Rücksicht — die Stellung der beiden Gattungen blieb die alte. Nun gibt die Pollenkornuntersuchung eine neuerliche Bestätigung für STENARS und SCHNARFS Ansicht. — Die in jeder Hinsicht scharfe Gliederung der *Asphodeleae* in die *Asphodelinae* und *Anthericinae* prägt sich auch in der Gestalt und Beschaffenheit der generativen Zelle und des generativen Kernes aus.

2. Von den *Hemerocallideae* ist für diese Art der Untersuchung nur *Hosta* zugänglich gewesen, da bei *Hemerocallis* keine Kerne sichtbar wurden. Auch wenn wir die generative Zelle von *Hemerocallis flava* (TRANKOWSKY 1931) zum Vergleich heranziehen, läßt sich nichts Genaueres sagen. Das Pollenkorn weicht entschieden von den *Asphodelinae* ab. Es ist sehr groß. Die generative Zelle, von der aber bei *Hosta* nur die Seiten scharf begrenzt waren, dürfte sich dem *Anthericum*-Typus nähern, auch der Kern ist von ähnlicher Gestalt, das Chromatin aber feinkörnig. „Bei *Funkia* (= *Hosta*), *Hemerocallis* sind die Zellkerne relativ klein“ (STRASBURGER 1884, S. 23).

3. Die *Aloineae* gliedern sich in zwei Gruppen, die *Kniphofiinae* und die *Aloinae*. Von der ersteren Gruppe zeigte *Kniphofia* einen ausgesprochen langgestreckten Kern, dessen Chromatin schraubenartig strukturiert erscheint. Diese Angaben gelten auch für die *Aloinae*-Gattungen *Ha-worthia*, *Gasteria* und *Aloë*. Bis auf letztere haben alle einen etwas flachgedrückten, generativen Kern, der in der Seitenansicht einmal breit, das andere Mal schmal erscheint. Die generative Zelle wird bei allen teilweise oder annähernd sichtbar. Auch die Schwankungen in der Größe sind bei den angeführten Gattungen minimal, die Exine ist ziemlich gleich. Nach den angeführten Tatsachen kann man wohl annehmen, daß zwischen den *Kniphofiinae* und den *Aloinae* bestimmt keine so tiefe Kluft besteht wie z. B. zwischen den *Asphodelinae* und den *Anthericinae*, eine Annahme, die sich mit den embryologischen Befunden deckt. Sowohl bei den *Kniphofiinae* als auch bei den *Aloinae* findet man nämlich simultane Teilung der Pollenmutterzellen und Arillusbildungen.

Weiters darf auch nicht übersehen werden, daß zwischen den generativen Kernen der *Aloineae* und der *Asphodelinae* eine große Ähnlichkeit besteht. Auch diese Ähnlichkeit erhält eine Stütze in den embryologischen Ergebnissen. Sind doch sowohl die *Asphodelinae* als auch die *Aloineae* durch die simultane Teilung der Pollenmutterzellen und den Arillus gekennzeichnet und „die simultane Gruppe dürfte wahrscheinlich in den engsten, verwandtschaftlichen Beziehungen stehen“ (SCHNARF 1929). Es ist sehr interessant, daß wir sowohl bei Vertretern der *Asphodelinae* (siehe S. 47) und der *Aloinae* (TAYLOR 1924, FERGUSON 1926) übereinstimmend 7 Chromosomen finden.

IV. Von den *Allioideae* (Abb. 1, Fig. 19—21) habe ich die Gattung *Agapanthus* aus der Tribus der *Agapantheae* und *Allium* aus der Tribus der *Allieae* untersucht. Diese beiden Pollenkörner sind doch ziemlich verschieden: Bei *Agapanthus* ist ein schmaler, gestreckter generativer Kern, der aber nie die halbe Länge des Pollendurchmessers erreicht. Bei allen untersuchten *Allium*-Arten findet man einen sehr langen generativen Kern, der oft länger als das Pollenkorn selbst ist und daher seine Enden umgebogen hat. REED (1914) bildet von *A. cepa* auch einen langen generativen Kern ab, „surrounded by vacuole“, was aber sicher nur auf Schrumpfung zurückzuführen ist. Für alle *Allium*-Arten ist die starke Färbbarkeit des vegetativen Kernes sehr charakteristisch. (Bei *Agapanthus* kam er gar nicht zum Vorschein.) In diesem Zusammenhang möchte ich auch darauf hinweisen, daß GEITLER (1935) bei *Allium* nach der ersten Teilung im Pollenkorn „beide Kerne ziemlich ähnlich ausgebildet“ fand, während sonst ausgeprägte Unterschiede in der chromatischen Dichte der Tochterkerne bemerkbar sind. An dieser Stelle möchte ich auch erwähnen, daß mich das Pollenkorn von *Haemanthus puniceus* (*Amaryllidaceae*) sehr an *Allium* erinnerte. Die Gestalt der generativen Kerne ist ähnlich; bei *Haemanthus* ist der Kern etwas kürzer und flachgedrückt. Sehr auffallend ist aber die rasche und intensive Färbbarkeit des generativen und ganz besonders des vegetativen Kernes. MENZ (1910) gelangt am Ende ihrer vergleichenden anatomischen Untersuchungen zur Überzeugung, daß sich zwar „nichts Sicheres über die näheren Beziehungen zwischen den *Allioideae* und *Amaryllidoideae* schließen“ läßt; „doch sprechen obige Tatsachen dafür, daß solche Beziehungen bestehen“. Sie stützt sich auf das Vorhandensein der Schleim- und Raphidenschläuche. Wie steht es in dieser Hinsicht mit *Allium* und *Haemanthus*? HANSTEIN, der als erster die Schlauchgefäße fand, gibt für *Allium*-Arten raphidenfreie Saftschläuche an. MENZ, die 30 *Allium*-Arten untersucht hat, stellte fest, daß Raphiden im ganzen Bereich der Gattung *Allium* nicht vorkommen. Ist es ein Zufall, daß dieselbe Verfasserin in den farblosen Schlauchzellen von „*Haemanthus coccineus* Raphidenbündel oder Raphiden... nur in sehr spärlicher Anzahl vorfinden“ und bei

H. albiflorus sogar „trotz aufmerksamer Untersuchung an Quer- und Längsschnitten das Vorhandensein von Raphiden nicht nachweisen“ konnte? Embryologisch ergeben sich keine Anhaltspunkte. *Allium* folgt in der Embryosackentwicklung dem *Scilla*-Typus, ausnahmsweise dem Normal-Typus, die Deckzelle fehlt, die bei *Haemanthus* vorhanden ist. *Haemanthus* entwickelt den Embryosack nach dem Normal-Typus. Beide besitzen geförderte Antipoden. Auffallend bleibt aber, daß in der Zahl der Chromosomen eine gewisse Übereinstimmung herrscht: die *Allium*-Arten haben meist $n = 8$, seltener 7 oder 9 Chromosomen (LEVAN 1935), *Haemanthus* hat meist $n = 8$ Chromosomen (HEITZ 1926). HEITZ untersuchte sechs Arten von *Haemanthus*, darunter auch den oben erwähnten *H. albiflorus*, bei dem die Chromosomenzahl $n = 8$ sicher steht. „Alle haben als diploide Zahl 16, möglicherweise mit Abweichungen von höchstens 2 nach oben und unten.“

V. Bei den Vertretern der *Lilioideae* (Abb. 2, Fig. 1—3) ist die generative Zelle und der generative Kern wieder anders gestaltet. Die generative Zelle von *Erythronium*, *Fritillaria* und *Tulipa* ist sehr gut sichtbar, breit spindelförmig und sehr lang. Ihr ellipsoidischer Kern liegt in der Mitte (vgl. *Tulipa Gesneriana* [ERNST 1901] und *Fritillaria Meleagris* [FRIEMANN 1910]). Das Chromatin erscheint gleichmäßig körnig. Das Pollenkorn von *Lilium* unterscheidet sich durch die großen, netzartigen Verdickungen der Exine, wodurch leider nur der generative Kern sichtbar wurde. Doch dürfte der Abbildung von *Lilium Martagon* (bei NAWASCHIN 1910) und *Lilium auratum* (WELSFORD 1914) zu entnehmen sein, daß sowohl die generative Zelle als auch deren Kern gut zu den anderen *Lilioideae* passen. Die *Lilioideae* beweisen also ihre Einheitlichkeit, die auch sonst sehr ausgeprägt ist, in dieser Beziehung aufs neue.

VI. Die *Scilloideae* (Abb. 2, Fig. 4—15) sind von den *Lilioideae* durch die Ausbildung des Pollenkornes scharf getrennt. Doch herrscht in der Gestalt der generativen Zelle und des generativen Kernes innerhalb der *Scilloideae* nicht volle Übereinstimmung. Es sind zwei Typen vertreten. Der erste ist charakterisiert durch einen langgestreckten generativen Kern mit schraubig aufgebautem Chromatin. Die Länge des Kernes kann innerhalb derselben Gattung variieren (z. B. *Muscari racemosum* — sehr lang, *M. comosum* — kurz). Er kann stäbchenartig sein, dann ergibt sich von allen Seiten dieselbe Ansicht (*Muscari*, *Puschkinia*), oder — was sehr häufig der Fall ist — er zeigt zweierlei Seitenansichten, eine schmale und eine breite, woraus auf eine flachgedrückte Gestalt geschlossen werden kann (*Chionodoxa*, *Ornithogalum*, *Scilla*, *Eucomis*). Die generative Zelle tritt bei diesem Typus nie deutlich hervor; aus den wenigen Fällen, wo sie annähernd sichtbar wird, ist zu entnehmen, daß sie schmal spindelförmig ist. — Der andere Typus umfaßt die Gattungen *Albuca*, *Galtonia*, *Camassia*. Die spindelförmige generative Zelle wird mit ihren lang aus-

gezogenen Enden recht deutlich sichtbar. Der ellipsoidische generative Kern liegt in der Mitte der Zelle. Dieser Typus ähnelt dem *Anthericum*-Typus. *Albuca* und *Galtonia* sind durch sehr große Pollenkörner gekennzeichnet. Es wäre interessant zu wissen, ob sich diese Trennung in zwei Typen auch in anderen Merkmalen ausdrückt.

Anschließend bringe ich einige objektive Beispiele aus der Literatur, bei deren Gegenüberstellung sich mühelos die früher erwähnten Unterschiede zwischen den *Lilioideae* und *Scilloideae* ergeben. Die *Lilioideae* *Lilium Martagon* (STRASBURGER 1908, NAWASCHIN 1910), *L. auratum* (WELSFORD 1914), *Tulipa Gesneriana* (ERNST 1901), *Fritillaria Meleagris* (FRIEMANN 1910) und auch *Erythronium americanum* (SCHAFFNER 1901) zeigen trotz der verschiedenen Behandlung stets die generative Zelle in ihrer typischen Gestalt: groß und breit-spindelförmig mit einem relativ kleinen ellipsoidischen Kern. — Bei den *Scilloideae* *Scilla non-scripta* (HOARE 1929) und *Drimiopsis maculata* (BARANOW 1926) werden übereinstimmend nur die langgestreckten generativen Kerne abgebildet. „Eigentlich kann die Bezeichnung ‚generative Zelle‘ auf Grund meiner Präparate nicht gebraucht werden, denn trotz dem vielen durchgesehenen Material konnte ich nirgends Spuren einer Abgrenzung der generativen Zelle beobachten.“ (BARANOW). — STRASBURGER (1884, Taf. 1, Fig. 1—3) sah dagegen bei *Ornithogalum* sp. eine — im Gegensatz zu den *Lilioideae* — sehr schmale generative Zelle, was auch ich beobachtet habe.

VII. Die drei untersuchten *Dracaenoideae* (Abb. 3, Fig. 1—3) haben ein gemeinsames, unangenehmes Merkmal: schlechte Färbbarkeit der Kerne. *Yucca filamentosa* aus der Tribus der *Yuceae* zeigt nur sehr undeutlich einen kleinen, aber länglichen generativen Kern. Für die Gattungen *Dracaena* und *Sansevieria* aus der Tribus der *Dracaeneae* muß die lange, außergewöhnlich dünne generative Zelle als charakteristisches Merkmal erkannt werden.

VIII. Leider gelangten nur sehr wenige Gattungen der *Asparagoideae* (Abb. 3, Fig. 4—8) zur Untersuchung. Das dreikernige Pollenkorn von *Danaë racemosa* schließe ich von der Besprechung aus. — Zwischen dem Pollenkorn von *Asparagus officinalis* und *Polygonatum* sp. besteht eine sehr große Ähnlichkeit. Erstere Gattung gehört zur Tribus der *Asparageae*, letztere zu den *Polygonateae*. In dem fast kugeligen Pollenkorn liegt ein kleiner, etwas länglicher generativer Kern. *Majanthemum bifolium*, ebenfalls in die *Polygonateae* eingereiht, weicht nur in der Kleinheit des Pollenkornes und in der relativ größeren Breite des generativen Kernes von *Polygonatum* ab. *Convallaria majalis*, eine Gattung der *Convallarieae*, besitzt wohl auch ein fast kugeliges Pollenkorn, aber der generative Kern ist relativ und absolut größer als bei den *Polygonateae* und *Asparageae*. Während die *Asparageae* und *Polygonateae* einander gleichen, dürften die *Convallarieae* typisch geschieden sein.

Zusammenfassend läßt sich nun sagen, daß sich nach der Beschaffenheit des Pollenkornes, vor allem der generativen Zelle und des generativen Kernes, die *Liliaceae* in typische Gruppen gliedern lassen, die zum Teil mit den Unterfamilien oder deren Tribussen zusammenfallen (vgl. die „Linien“ innerhalb der *Liliaceae* bei SCHNARF 1931, S. 258), so daß eine gewisse, systematische Bedeutung des Pollenkornes (einschließlich der generativen Zelle und ihres Kernes) anerkannt werden muß. Den mehrlinigen Unterfamilien der *Melanthioideae* und *Asphodeloideae* entsprechen verschiedene Typen der generativen Zelle und ihres Kernes. Jede der übrigen untersuchten Unterfamilien weist sehr charakteristische Züge in der Gestaltung und Beschaffenheit der generativen Zelle auf. Verbindungen zwischen den Unterfamilien herzustellen, wage ich nicht; dazu reicht auch nicht das untersuchte Material.

Ich möchte an dieser Stelle ganz besonders die Arbeit von GEITLER (1935) erwähnen. Die generative Zelle kann bei den *Liliaceae* an verschiedenen Stellen des Pollenkornes entstehen: 1. in einer Ecke, 2. in der Mitte der „inneren, der Falte gegenüberliegenden Pollenwand“ oder 3. „an der Trennungswand von je zwei Schwesterzellen“ der Tetrade.

Es ist sehr interessant, daß bei Vertretern der nahestehenden *Asphodelinae* (*Bulbine caulescens*¹, GEITLER 1935; *Eremurus spectabilis*, PROSINA 1930) und *Aloinae* (*Gasteria*-Arten, *Aloë humilis* var. *echinata*, *Apicra* sp.) die Stellung der generativen Zelle die gleiche ist. Außerdem fällt mir auf, daß der junge, generative Kern von *Bulbine* (GEITLER 1935) mit dem von *Gasteria* (GEITLER 1934, Abb. 77) in der ellipsoidischen Gestalt und chromatischen Dichte übereinstimmt.

In der *Anthericum*-Gruppe, die von den *Asphodelinae* scharf getrennt ist, entsteht nach GEITLER bei *Anthericum* sp. die generative Zelle in einer Ecke! Dagegen liegt bei *Arthropodium cirrhatum* die generative Zelle in der Mitte der Innenwand.

Von den *Allieae*, die nach SCHNARF (1931) gleichfalls eine deutliche Linie darstellen, beobachtete GEITLER bei *Allium nutans* und *A. obliquum* die Entstehung der generativen Zelle an einer radialen Wand, d. i. die Trennungswand von je zwei Schwesterzellen der Tetrade.

Bei *Lilium regale* (GEITLER 1935), *L. auratum* (WELSFORD 1914), *L. candidum* (STRASBURGER 1908) und *Fritillaria Meleagris* (FRIEMANN 1910) wird die generative Zelle in einer Ecke gebildet. Auch die *Lilioideae* sind nach SCHNARF (1931) als eigene Linie gekennzeichnet.

Die Scilloidee *Muscari racemosum* bildet — nach eigenen Beobachtungen — die generative Zelle in der Mitte der der Falte gegenüberliegenden Wand. Doch ist der generative Kern anfangs kugelig und nicht flachgedrückt wie bei *Bulbine* und *Gasteria*. Erst später streckt er sich

¹ Diese Umstellung zu den *Asphodelinae* ist nach dem früher Gesagten gewiß berechtigt.

in die Länge. Allerdings findet nach HOARE (1929, Fig. 6—10) bei *Scilla non scripta*, die erste Teilung anscheinend in der Ecke statt.

Bei den *Asparagoideae* *Ruscus hypoglossum* (GEITLER 1935), *Polygonatum officinale* (= *Convallaria polygonatum*, STRASBURGER 1884, Abb. 4), *Convallaria majalis* (GEITLER 1935) entsteht die generative Zelle übereinstimmend in der Ecke.

Diese wenigen Beispiele können natürlich nichts Endgültiges entscheiden, sondern nur zu denken geben. Wenn wir der generativen Zelle des reifen Pollenkornes eine gewisse systematische Bedeutung zuerkennen wollen, dann möchte ich auch gleichzeitig die Vermutung aussprechen, daß vielleicht auch die erste Teilung im Pollenkorn systematisch bedeutsam ist. Nur durch weitere Untersuchungen kann man der Lösung dieser Fragen näherkommen.

Amaryllidaceen

Die wenigen untersuchten Gattungen der *Amaryllidaceae* verteilen sich auf folgende Unterfamilien: 1. *Amaryllidoideae*: *Haemanthus puniceus*, *Leucojum vernum*, *Zephyranthes tubispatha*, *Crinum* sp., *Narcissus* sp. 2. *Agavoideae*: *Agave*. 3. *Hypoxidoideae*: *Hypoxis sobolifera*.

Von den genannten Gattungen der *Amaryllidoideae* gehören die ersten vier einer gemeinsamen Tribus, den *Amaryllideae*, an; jede von ihnen wird aber einer anderen Subtribus zugeordnet. *Narcissus* wird in die Tribus der *Narcisseae* eingereiht. Trotz der starken Gliederung der Unterfamilie *Amaryllidoideae* weisen die generativen Kerne eine überraschende Ähnlichkeit auf. Der generative Kern ist langgestreckt, das Chromatin deutlich strukturiert. Die generative Zelle bleibt infolge ihrer Unsichtbarkeit von der Beobachtung ausgeschlossen. Doch sieht man fast regelmäßig um den generativen Kern einen hellen Hof. — Die Übereinstimmung, die ein Vergleich des Pollens von *Haemanthus* (Abb. 3, Fig. 10 a, b) mit dem von *Allium* ergab, wurde schon früher erwähnt. — *Leucojum vernum* (Abb. 3, Fig. 11) besitzt ebenfalls einen sehr langen Kern. Bei *Galanthus nivalis* dürften die Verhältnisse nicht anders sein. „Die generative Zelle von *G. nivalis* stellt nach ihrem Austritt aus dem Pollenkorn einen länglich ovalen Körper dar, welcher in seinem fast durchsichtigen Zytoplasma den Kern birgt. Die dem Kern gerade anliegende Zytoplasmaschicht ist dermaßen dünn und durchsichtig, daß sie sich meistens jeder Beobachtung entzieht, so daß der Kern in einer optisch ganz leeren Zone zu liegen scheint.“ (TRANKOWSKY). — Der generative Kern von *Zephyranthes tubispatha* zeigt keine wesentlichen Unterschiede. Es ist aber vielleicht bemerkenswert, daß sich in einem Präparat etwa 10 Pollenkörner fanden, die in der Anthere ausgekeimt waren. — *Crinum* sp. weicht weniger in der Beschaffenheit des generativen Kernes als in der eigenartigen Gestalt des Pollenkornes, die ich sonst nirgends antraf,

von allen übrigen ab. Das ellipsoidische Pollenkorn wölbt sich nämlich an beiden Polen etwas hervor. An dieser Stelle ist die Exine auch stärker verdickt. Nach FISCHER (1890) ist das Pollenkorn zweifaltig. Bei *Crinum* sind wir über derartige Besonderheiten nicht überrascht, da es auch sonst seine Eigenheiten hat, z. B. eine nackte Samenanlage. — Bei *Narcissus* findet man den generativen Kern ähnlich ausgebildet wie bei den übrigen *Amaryllidoideae*.

Als Vertreterin der zweiten Unterfamilie, der *Agavoideae*, wurde eine *Agave* sp. (Abb. 3, Fig. 13) untersucht. Es ist sehr auffallend, daß wir bei *Agave* einer generativen Zelle begegnen und daß diese deutlicher als der Kern ist. Die generative Zelle ist spindelförmig, der etwas längliche Kern liegt in ihrem mittleren Teil. Das Pollenkorn ist sehr groß, fast kugelig, die Exine ist durch netzartige Verdickungen gekennzeichnet. Das *Agave*-Pollenkorn erinnert sehr an den *Anthericum*-Typus.

Die als Vertreterin der *Hypoxidoideae* untersuchte *Hypoxis sobolifera* (Abb. 3, Fig. 12) besitzt im Gegensatz dazu nur mittelgroße Pollenkörner. Die generative Zelle wird nicht sichtbar; der generative Kern ist kurz (ein Viertel der Pollenlänge). Die Exine ist ziemlich dick, weshalb auch die Färbung nicht besonders gut gelingt. Pollenkörner, die aus einer älteren Anthere stammten, waren nahezu 100%ig ausgekeimt, doch war der Inhalt des Pollenschlauches bereits degeneriert.

Im allgemeinen dürfte also auch bei den *Amaryllidaceae* der generative Kern, bzw. die generative Zelle für die einzelnen Unterfamilien charakteristisch sein, sofern diese wenigen Untersuchungen eine Verallgemeinerung zulassen.

1. *Amaryllidoideae* — generativer Kern lang, ohne sichtbare Zelle.
2. *Agavoideae* — generativer Kern kurz, sichtbare Zelle.
3. *Hypoxidoideae* — generativer Kern kurz, keine sichtbare Zelle.

Wieweit dieser Annahme Gültigkeit zukommt, müssen weitere Untersuchungen entscheiden.

Schluß

Es mag wohl die schon früher gestellte Frage auftauchen, ob nicht die Größe oder vielmehr die Länge des generativen Kernes mit der Zahl der Chromosomen zusammenhängt. Extreme Beispiele werden uns in dieser Frage Klarheit bringen. *Uvularia grandiflora*, 7 Chromosomen (ANDERSON und WHITAKER 1934) — sehr großer, generativer Kern. *Allium*, 7—9 Chromosomen (LEVAN 1935) — sehr große Kerne. *Yucca filamentosa*, 30 Chromosomen (MC. KELVEY and SAX 1933) — kleiner Kern. *Sansevieria* (allerdings *cylindrica*), 51—52 Chromosomen (HEITZ 1926) — kleiner Kern. Diese Beispiele sprechen wohl gegen eine Beziehung zwischen der Chromosomenzahl und Länge des generativen Kernes bei verschiedenen Gattungen. Doch will ich die Möglichkeit nicht von der

Hand weisen, daß bei ein und derselben Gattung derartige Relationen vorkommen können. — Dazu kommen noch andere Fragen: Warum ist der eine generative Kern lang und dünn, der andere mehr kugelig? Warum ist die eine generative Zelle nur annähernd sichtbar, die andere scharf begrenzt? Gerade weil wir annehmen müssen, daß für die Pflanze die eine oder andere Ausbildung der Zelle oder des Kernes bedeutungslos ist, wird sie nur geringen Veränderungen unterworfen sein. Deshalb drängt sich uns der Gedanke auf, daß diese Verschiedenheit in der Ausbildung systematisch begründet sein kann, daß sich in der generativen Zelle und dem generativen Kern systematisch wertvolle Merkmale erhalten haben. Andererseits ist die Variationsmöglichkeit der generativen Zelle und ihres Kernes nur eine beschränkte, weshalb ihr systematischer Wert nicht überschätzt werden darf.

Es fällt mir sehr schwer, die Arbeit in diesem Zustand abzuschließen, da ich der Überzeugung bin, daß derartige Untersuchungen eigentlich nur auf ganz breiter Basis erfolgen sollten und daß sie nie für sich allein, sondern nur im Vergleich mit anderen, vor allem mit embryologisch-anatomischen Befunden zu wohlbegründeten Schlüssen berechtigen. Solche Befunde stehen uns aber nicht immer aus der Literatur zur Verfügung und gerade derartige Untersuchungen sind sehr zeitraubend. — Darum will ich am Schluß noch einmal betonen, daß die vorliegende Arbeit nur einen Versuch darstellt und die Anregung geben soll, dem reifen Pollenkorn, besonders der generativen Zelle und dem generativen Kern, mehr Aufmerksamkeit zu schenken.

Diese Arbeit wurde im Botanischen Institut der Universität Wien (Direktor: Prof. Dr. FRITZ KNOLL) im Jahre 1935 durchgeführt. Meinem hochverehrten Lehrer, Herrn Prof. Dr. KARL SCHNARF, danke ich herzlich für die Anregung zu dieser Arbeit und für das große Interesse an ihrem Werden.

Schriftenverzeichnis

- Anderson E. and Whitaker T. W.** (1934), Speciation in *Uvularia*. (Journal of the Arnold Arboretum, **15**, 1, 28—41.)
- Baranow P.** (1926), Cytologische und embryologische Untersuchungen an *Drimiopsis maculata* LINDL. (Ztschr. f. Zellforschung und mikr. Anat., **3**, 131—148).
- Ernst A.** (1901), Beiträge zur Kenntnis der Entwicklung des Embryosackes und des Embryo (Polyembryonie) von *Tulipa Gesneriana* L. (Flora, **88**, 37—77).
- Ferguson N.** (1926), The *Aloineae*: a cytological study with special reference to the form and size of the chromosomes. (Phil. Trans. Roy. Soc. London, B, **215**, 225—253.)
- Finn W. W.** (1935), Einige Bemerkungen über den männlichen Gametophyten der Angiospermen. (Ber. d. Deutsch. botan. Ges., **53**, 679—686.)
- Fischer Hugo** (1890), Beiträge zur vergleichenden Morphologie der Pollenkörner. (Diss. Breslau.)
- Friemann W.** (1910), Über die Entwicklung der generativen Zelle im Pollenkorn der monokotylen Pflanzen. (Diss. Bonn.)

- Geitler L. (1934), Grundriß der Cytologie. (Berlin.)
- (1935), Beobachtungen über die erste Teilung im Pollenkorn der Angiospermen. (Planta, **24**, 361—386.)
- Hanstein J. (1864), Die Milchsaftegefäße und die verwandten Organe der Rinde. (Berlin.)
- Heitz E. (1926), Der Nachweis der Chromosomen. (Zeitschr. f. Bot., **18**, 625—681.)
- Hoare G. V. (1934), Gametogenesis and fertilization in *Scilla non scripta*. (Cellule, **42**, 267—292.)
- Krause K. (1930), *Liliaceae*, in ENGLER A., Die natürlichen Pflanzenfamilien, 2. Aufl., Bd. **15 a**. (Leipzig.)
- Levan A. (1935), Cytological studies in *Allium*, VI. (Hereditas, **20**, 289—330.)
- Mc. Kelvey S. D. and Sax K. (1933), Taxonomic and cytological relationships of *Yucca* and *Agave*. (Journ. of the Arnold Arb., **14**, 76—81.)
- Menz J. (1910), Beiträge zur vergleichenden Anatomie der Gattung *Allium* nebst einigen Bemerkungen über die anatom. Beziehungen zwischen *Allioideae* und *Amaryllidoideae*. (Sitzb. Akad. Wiss. Wien, math.-nat. Kl., **109**, Abt. I., 475—533.)
- Nawaschin S. (1910), Näheres über die Bildung der Spermkerne bei *Lilium Martagon*. (Ann. Jard. bot. Buitenzorg, **3**, Suppl. 2, 871—904.)
- Pax F. (1930), *Amaryllidaceae*, in ENGLER A., Die natürlichen Pflanzenfamilien, 2. Aufl., Bd. **15 a**. (Leipzig.)
- Prosina M. (1930), Embryologische Untersuchungen an *Eremurus spectabilis* MB. var. *Regeli*. (Planta, **9**, 748—759.)
- Reed T. (1914), The nature of the double spireme in *Allium cepa*. (Ann. of Bot., **28**, 265—270.)
- Schaffner J. H. (1901), A contribution to the life history of *Erythronium*. (Bot. Gaz., **31**, 369—387.)
- Schnarf K. (1928), Über das Embryosackhaustorium bei *Anthericum*. (Österr. botan. Zeitschr., **77**, 287—291.)
- (1929), Die Embryologie der *Liliaceae* und ihre systematische Bedeutung. (Sitzb. Akad. Wien, math.-nat. Kl., **138**, Abt. I, 69—92.)
- (1931), Vergleichende Embryologie der Angiospermen. (Berlin.)
- Stenar H. (1928a), Zur Embryologie der *Asphodeline*-Gruppe. Ein Beitrag zur systematischen Stellung der Gattungen *Bulbine* und *Paradisea*. (Svensk bot. Tidskr., **22**, 145—159.)
- (1928b), Zur Embryologie der *Veratrum*- und *Anthericum*-Gruppe. (Bot. Not., 357—378.)
- Strasburger E. (1884), Neuere Untersuchungen über den Befruchtungsvorgang bei den Phanerogamen als Grundlage für eine Theorie der Zeugung. (Jena.)
- (1908), Chromosomenzahlen, Plasmastrukturen, Vererbungsträger und Reduktionsteilung. (Jahrb. f. wiss. Bot., **45**, 477—570.)
- Taylor W. R. (1924), Cytological studies on *Gasteria* I. Chromosome shape and individuality. (Amer. Journ. of Bot., **11**, 51—60.)
- Tischler G. (1922), Allgemeine Pflanzenkaryologie. (Handbuch der Pflanzenanatomie.)
- Trankowsky D. A. (1931), Zytologische Beobachtungen über die Entwicklung der Pollenschläuche einiger Angiospermen. (Planta, **12**, 1—18.)
- Welsford E. J. (1914), The genesis of the male nuclei in *Lilium*. (Ann. of Bot., **28**, 265—270.)
- Wulff D. (1934), Untersuchungen an Pollenkörnern und Pollenschläuchen von *Impatiens parviflora*. (Ber. d. Deutsch. botan. Ges., **52**, 43—48.)