

# Aposporie und Apogamie bei *Trichomanes Kaulfussii* Hk. et Grew<sup>1)</sup>.

Von

Peter Georgevitch.

Mit 30 Textfiguren.

---

Seit Bower<sup>2)</sup> ist es uns bekannt, daß *Trichomanes Kaulfussii* seine Prothallien apospor bildet, die auch Gemmen erzeugen. So hat Bower beobachtet, daß diese Pflanze nur Faden-, aber keine Flächenprothallien bildet, und daß die ersteren von einer Rand- oder Oberflächenzelle des Blattes ihren Ursprung nehmen. Diese Prothallien tragen seitwärts an ihren Zellen Rhizoiden, die eine braune Farbe aufweisen. An ihren Enden tragen solche Prothallien eine oder mehrere kurze Sterigmen, und auf diesen balanciert je eine spindelförmige Gemma.

Bower hat die Keimung der Gemmen wohl beobachtet, und zwar eine laterale, sowie eine von den Enden der Spindel. Es ist aber beachtenswert, daß Bower keine Sexualorgane an diesen fadenförmigen Auswüchsen der Gemmen finden konnte.

Außerdem betonte Bower, daß er keine scharfe Grenze zwischen beiden Generationen (Sporophyt und Gametophyt) ziehen konnte, glaubte aber, daß dies nur durch eine exakte cytologische Untersuchung möglich wäre.

Die angeführten Resultate Bowers können wir nur bestätigen und insoweit ergänzen, als wir die Entwicklung der Gemmen viel weiter verfolgen, und sogar die Bildung der Antheridien an deren Auswüchsen beobachten konnten.

Zu diesem Zwecke haben wir fast ausschließlich das frische Material zur Untersuchung gebraucht, und nur ein Teil davon

---

1) Auszug aus einer Mitteilung der Serbischen Akademie der Wissenschaften.

2) On Apospory and production of Gemmae in *Trichomanes Kaulfussii*. Annals of Botany III.

wurde zum Zwecke einer cytologischen Untersuchung in Flemmingscher Flüssigkeit oder in Alkoholsublimat fixiert.

Das Material stammt aus der reichen Kollektion des botanischen Gartens in Kew, wo es mir in freundlicher Weise von der Direktion des Gartens zur Verfügung gestellt wurde. Ich ergreife daher diese Gelegenheit, der löbl. Direktion des botanischen Gartens, sowie dem Herrn L. A. Boodle, Keeper of Jodrell Laboratory, meinen herzlichsten Dank auszusprechen für die Erlaubnis, das Material sammeln und in Jodrell Laboratory bearbeiten zu können.

### *Apospores Prothallium.*

Es ist eine bekannte Tatsache, daß die Farnprothallien normalerweise aus den keimenden Sporen gebildet werden.

Wir kennen aber auch solche Fälle, in denen die Prothallien auch ohne Mitwirkung der Spore gebildet werden. Ein solcher Fall liegt uns vor für *Trichomanes Kaufussii*. Es ist für diese Pflanze bemerkenswert, daß keine Sporen an ihren Wedeln gebildet

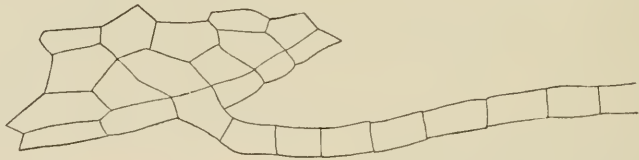


Fig. 1. Die Bildung eines Fadenprothalliums aus einer Randzelle des Blättchens.  
Oc. III, Obj. II L.

werden; dementsprechend könnten auch keine Prothallien gebildet werden. Trotzdem finden wir eine Fülle von Prothallien, welche gewöhnlich aus einer Rand- oder Oberflächenzelle der Wedel erzeugt werden. Ein solches Prothallium ist also apospor gebildet, weshalb wir es ein apospores Prothallium nennen wollen.

Eine solche, das Prothallium liefernde Zelle wächst zu einem längeren Faden aus, welcher transversal geteilt wird, und sich verzweigt. Eine zum Prothallium bestimmte Randzelle (Fig. 1) wächst aus dem Niveau des Blattes aus, und krümmt sich nach der Blattspitze zu. Dabei wird auch der Zellkern in demselben Sinne, wie die Zelle selbst, gekrümmt. Einzelne oder alle Zellen eines Fadenprothalliums können verschiedene Auswüchse tragen. Einige derselben verkümmern, färben sich braun und werden zu Rhizoiden.

Andere Auswüchse dagegen können weiter zu Fäden auswachsen und sekundäre Prothallien bilden. Endlich kann aus einer

Terminalzelle eines Fadenprothalliums ein Flächenprothallium gebildet werden. Solches Prothallium wächst an seinem Vegetationspunkte weiter und vergrößert seine Fläche (Fig. 2).

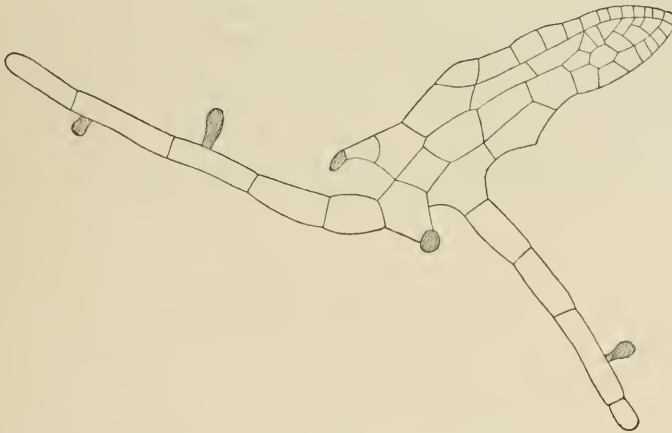


Fig. 2. Die Bildung eines Flächenprothalliums aus der Zelle eines Fadenprothalliums.  
Oc. III, Obj. II L.

In diesem Bilde sehen wir noch eine andere Vermehrungsart der Fadenprothallien aus den Zellen der Flächenprothallien dargestellt. Auf der rechten Seite des Flächenprothalliums ist ein Fadenprothallium gebildet und stellt einigermaßen die Verlängerung des ursprünglichen Fadenprothalliums dar. An der linken Seite des Flächenprothalliums ist eine Verzweigung nur angedeutet, ihre weitere Entwicklung ist aber durch die Bildung eines Rhizoids verhindert.

Ein Prothallium kann außerdem in der Weise entstehen, daß eine Apicalzelle des Wedels zu einer Papille auswächst, welche durch zwei schiefe Zellwände von den übrigen Zellen abgetrennt ist (Fig. 3). Nachdem diese Papille in die Länge gewachsen war, wird sie durch eine horizontale Zellwand in zwei Zellen geteilt. Die

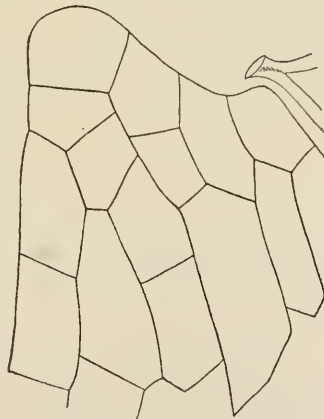


Fig. 3.  
Die Bildung eines Prothalliums aus einer Papille des Blattes, welche durch zwei schiefe Wände von den übrigen Zellen getrennt ist.  
Oc. III, Obj. IV L.

eine dieser Zellen (distale) hat die Form einer Papille behalten, die andere (proximale) ist aber fünfeckig geworden (Fig. 4).

Durch weitere Teilung dieser beiden Zellen, oder vielleicht nur jener proximalen, wird eine ganze Reihe von viereckigen Zellen gebildet, unter welchen auch jetzt deutlich eine distale Papille, und eine proximale fünfeckige Zelle wahrzunehmen sind (Fig. 5). Die Zellen dieser Reihe teilen sich auch weiter in derselben Richtung und so wird ein Prothallium gebildet, welches eine Mittelstellung zwischen dem Faden- und dem Flächenprothallium einnimmt.

Das Flächenprothallium kann auch direkt an dem Farnwedel und ohne Vermittlung eines Fadenprothalliums gebildet werden.

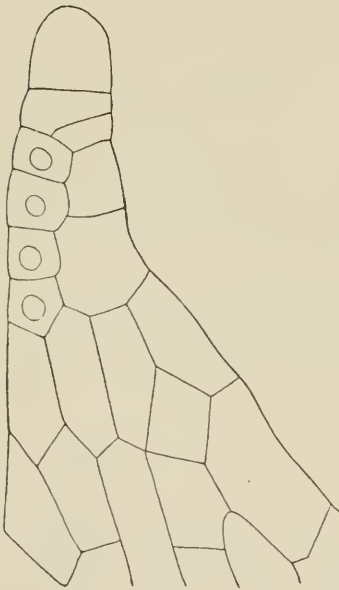


Fig. 4. Die Papille ist durch eine quere Wand in eine distale Papille und eine proximale fünfeckige Zelle geteilt. Oc. III, Obj. IV L.

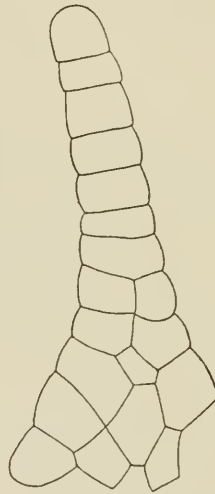


Fig. 5.

Durch fortgesetzte Teilung dieser Zellen ist ein Prothallium gebildet, welches eine Mittelstellung zwischen dem Faden- und Flächenprothallium einnimmt. Oc. III, Obj. IV L.

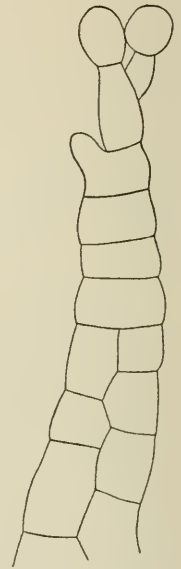


Fig. 6.

Die Bildung der Sterigmen aus einer Terminalzelle des Prothalliums.

Oc. III, Obj. IV L.

Eine Zellengruppe an der Spitze eines älteren Blättchens teilt sich rasch in einer Richtung, und die Blattspitze selbst wächst zu einem mehrere Zellen breiten und nur eine Zelle dicken Bande aus.

Es ist sehr schwer, eine genaue Grenze zwischen dem Sporophyten und dem Gametophyten zu ziehen, und nur durch äußere Merkmale können wir dieselben unterscheiden. So ist der Sporophyt durch das Vorhandensein von dreiteiligen Borsten und Fibrovasalsträngen charakterisiert, während der Gametophyt durch die Bildung der Rhizoiden und Sexualorgane gekennzeichnet ist.

*Gemmae.*

An den Enden der Prothallien werden mehrere Gemmen gebildet, und zwar sowohl an der bandförmig ausgezogenen Blattspitze, als auch an den Spitzen der Fadenprothallien. Diese werden aber gewöhnlich durch Zellenteilung zuerst flächenhaft ausgebreitet, und solche Prothallien bilden einen Übergang zum Flächenprothallium (Fig. 8).

Außerdem können Gemmen auch an den Verzweigungen der Fadenprothallien entstehen, und zwar entweder terminal, oder auch lateral an den Zellen (Fig. 18). Endlich können Gemmen auch an solchen Prothallien entstehen, welche einen Übergang von den Faden- zu Flächenprothallien bilden.

Eine Terminalzelle wird zuerst in zwei oder mehrere Tochterzellen geteilt, und eine jede dieser Zellen trägt dann je eine Gemma (Fig. 6 bis 7).

Inzwischen sind alle Gemmen verschiedenen Ursprungs ganz gleichförmig und dienen der vegetativen Vermehrung ihrer Prothallien.

Eine Gemma entsteht in der Weise, daß eine Terminalzelle eines Prothalliums papillenförmig in die Länge wächst (Fig. 8, I-II). Wenn eine solche Zelle die nötige Länge erreicht hat, so wird sie an ihrem Ende kugelförmig erweitert (Fig. 8 III). Diese terminale Erweiterung wird bald durch eine Querwand von der übrigen Zelle getrennt und stellt die einfachste Form einer einzelligen Gemma dar. Der übrige Teil der Zelle wird aber zu einem flaschenförmigen Sterigma, oder, wie Cramer<sup>1)</sup> es nennt, zu einer Konidie.

Dabei kommt es sehr oft vor, daß aus einer und derselben Zelle eine neue Gemma gebildet wird, bevor die zuerst angelegte Gemma sich vollständig entwickelte (Fig. 8, I, II). Die geschilderten Verhältnisse sehen wir auch in Fig. 6—7 bei stärkerer



Fig. 7.

Die Bildung der Sterigmen aus zwei Terminalzellen eines Prothalliums. Oc. III, Obj. IV L.

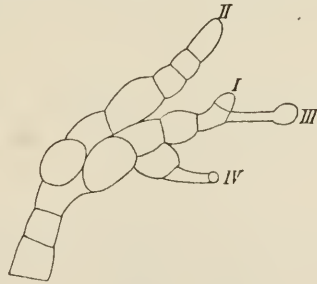


Fig. 8.

Die Bildung der Sterigmen und der Gemmen aus den Endzellen eines am Ende verbreiterten Fadenprothalliums. Oc. IV, Obj. II.

1) Denkschrift, Schweiz. Nat. Ges., 1888.

Vergrößerung dargestellt. Hier ist besonders die Fig. 7 beachtenswert, da die Terminalzelle in zwei Tochterzellen schon geteilt ist, welche wiederum zwei verlängerte Zellen geliefert haben. Die terminale Verdickung einer verlängerten Zelle wächst in transversaler Richtung und bekommt eine mehr oder weniger ovale Form.



Fig. 9.

Eine zweizellige Gemma mit ihrer Narbe.  
Oc. IV, Obj. IV L.

Dieses in transversaler Richtung (zum Sterigma) verlängerte Gebilde wird durch eine vertikale Scheidewand in zwei gleiche Segmente geteilt (Fig. 9).

Durch wiederholte Teilung einer Hälfte in derselben Richtung entsteht eine dreizellige Gemma (Fig. 10), welche durch weitere Teilungen in derselben Richtung eine spindelförmige Gestalt annimmt, und aus 5—6 tonnenförmigen Zellen bestehen kann. Während dieser Umwandlung der Gemma ist auch ihr Sterigma insoweit in Mitleidenschaft gezogen worden, daß ihre Substanz jetzt in die Zellen der Gemma transportiert, ihr oberes Ende braun gefärbt und brüchig geworden ist. Dadurch



Fig. 10.

Eine dreizellige Gemma.  
Oc. IV, Obj. IV L.

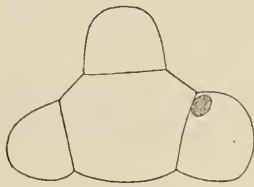


Fig. 11.

Die mittlere Zelle einer dreizelligen Gemma ist papillenförmig ausgewachsen und durch eine horizontale Querwand in zwei Zellen geteilt.  
Oc. IV, Obj. IV L.

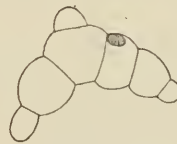


Fig. 12.

Eine gebogene Gemma aus sieben Zellen.  
Oc. IV, Obj. II L.



Fig. 13. Die Terminalzelle einer vierzelligen Gemma hat sich zweimal in verschiedener Richtung geteilt und zwei neue Zellen (a u. b) gebildet, welche die Verzweigung der Gemma darstellen. Oc. IV, Obj. II L.

wird eine Gemma sehr leicht von ihrem Sterigma abgetrennt, wobei der obere, braune Sterigmatteil an der Gemma selbst als eine Narbe kleben bleibt.

Nach dem dreizelligen Stadium der Gemma wird die Richtung der Zellteilung insoweit verändert, als die mittlere Zelle papillenförmig auswächst, und durch eine horizontale Querwand in zwei Zellen geteilt wird (Fig. 11).

Nach diesem Stadium setzt die weitere Zellteilung wieder durch vertikale Querwände ein, wodurch eine spindelförmige, aber etwas

gebogene Gemma entsteht, welche aus sieben Zellen besteht (Fig. 12). Sehr oft verzweigt sich eine Gemma in der Weise, daß eine Terminalzelle zweimal in verschiedener Richtung geteilt wird (Fig. 13). Durch weitere Teilung der Zelle *a* und *b* in der angedeuteten Richtung entstehen mehrzellige, fadenförmige Auswüchse, welche auch von der anderen Terminalzelle ebenfalls entstehen können

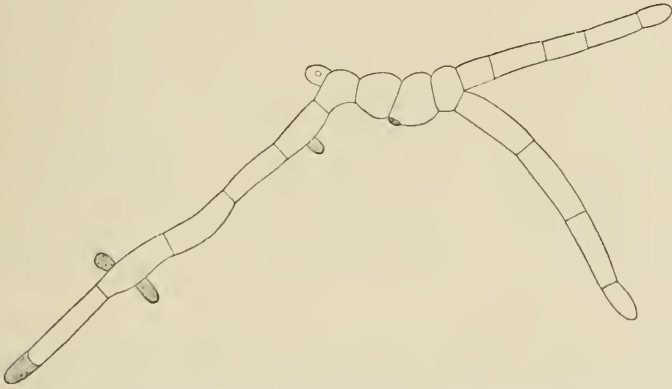


Fig. 14. Die Verzweigung einer Gemma an ihren beiden Enden.  
Oc. III, Obj. II L.

(Fig. 14). Die Zellen dieser fadenförmigen Verzweigungen tragen sowohl an ihren Enden als auch lateral braune Rhizoiden, wodurch nur ihre gametophyte Natur gekennzeichnet wird.

Dieser Prozeß der Gemmenverzweigung stellt unzweifelhaft ihre Keimung dar; diese muß aber nicht immer mit der Verzweigung

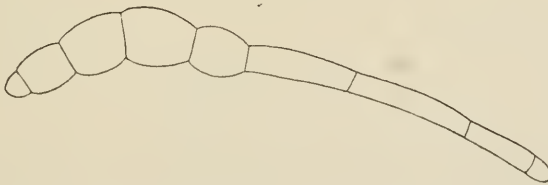


Fig. 15. Das Auskeimen einer Gemma nur an einem Ende. Oc. IV, Obj. II L.

der Gemmen in verschiedener Richtung verbunden sein, sondern nur die Verlängerung der Gemmen selbst an einem oder beiden Enden vermitteln (Fig. 15—16).

Sehr oft erzeugt eine Terminalzelle der Gemma nach zweimaliger Teilung ein Fadenprothallium von über 30 Zellen, sowie eine verkümmerte Zelle, die zum Rhizoid bestimmt ist (Fig. 14 u. 17).

### Sexualorgane.

Von den Sexualorganen konnten wir bei *Trichomanes Kauf-fussii* nur Antheridien beobachten, die aber keine vollständige Entwicklung durchmachen und deshalb der Befruchtung nicht dienen können. Die Antheridien werden an den Zellen der Fadenprothallien gebildet, und zwar sowohl an den pri-

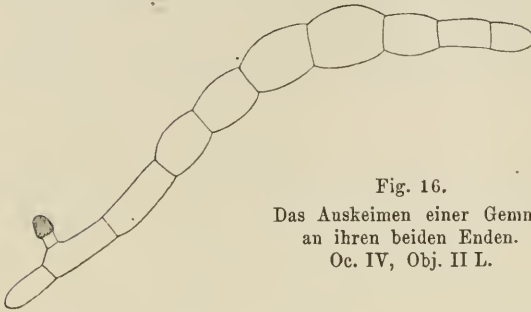


Fig. 16.  
Das Auskeimen einer Gemma an ihren beiden Enden.  
Oc. IV, Obj. II L.

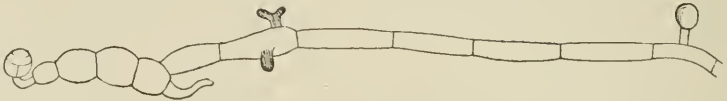


Fig. 17. Eine vierzellige Gemma hat an ihrem linken Ende eine Antheridie, an ihrem rechten Ende dagegen ein mehrzelliges Prothallium mit Rhizoiden und Antheridien gebildet. Oc. I, Obj. II L.

mären, als auch an den sekundären Verzweigungen (Fig. 18).

Außerdem konnten wir feststellen, daß Antheridien auch an den Zellen der Gemmen gebildet werden.

Die Bildung der Antheridien konnten wir in den relativ sehr jungen Stadien der Gemmen beobachten.

So sehen wir in der Fig. 19 eine vierzellige Gemma dargestellt, deren zweite Zelle (von rechts) eine Antheridie schon gebildet hat. Das ist übrigens das jüngste Stadium einer Gemma, welche eine Antheridie gebildet hatte.

In diesem Falle hat aber die Gemma ihre Keimung nicht vollendet, sondern sie kann sich an ihren Enden weiter teilen und Fadenprothallien bilden. Einen analogen Fall sehen wir auch in der Fig. 20 dargestellt, wo eine sechszellige Gemma auch eine Antheridie gebildet hat.

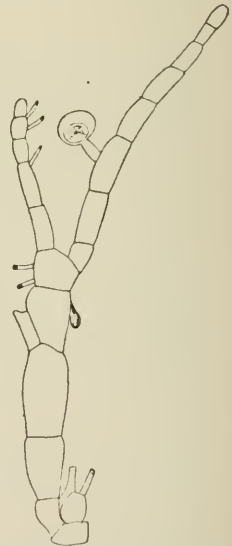


Fig. 18.

Eine Antheridie ist an dem sekundären Fadenprothallium gebildet; die Sterigmen sind terminal oder lateral an seinen Zellen gebildet.  
Oc. III Obj. II L.



Außerdem können Antheridien auch an einem oder an beiden Enden einer Gemma entstehen, wodurch solche Gemma ihre Fähigkeit, weiter zu keimen, einbüßt. Einen solchen Fall sehen wir in der Fig. 21 dargestellt. Diese Gemma ist in fünf Zellen geteilt, und die linke Terminalzelle hat schon eine Antheridie gebildet.



Fig. 19.

Die Bildung einer Antheridie aus der zweiten Zelle (von rechts) einer vierzelligen Gemma.  
Oc. IV, Obj. II L.

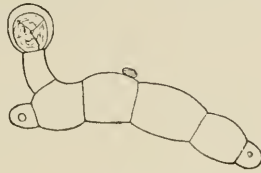


Fig. 20.

Wie in der Fig. 19; die Gemma besteht aber aus sechs Zellen.  
Oc. IV, Obj. II L.



Fig. 21.

Die linke Terminalzelle einer vierzelligen Gemma hat eine Antheridie gebildet, die rechte Terminalzelle hat sich dagegen zweimal geteilt.  
Oc. IV, Obj. II L.

Die Bildung der Antheridien an beiden Enden einer Gemma ist in der Fig. 22 dargestellt. Auch diese Gemma ist in fünf Zellen geteilt, und ihre beiden Terminalzellen haben je eine Antheridie gebildet.

Sehr oft kann eine und dieselbe Gemma Fadenprothallien bilden, obgleich sie an ihren beiden Enden Antheridien schon gebildet hat.

So sehen wir in der Fig. 23 eine vierzellige Gemma dargestellt, und an ihren beiden Enden je eine Antheridie, und zwar die linke in der Verlängerung, die rechte aber in der Richtung der Ver-

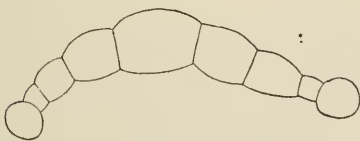


Fig. 22.

Eine fünfzellige Gemma hat je eine Antheridie an ihren beiden Enden gebildet. Oc. IV, Obj. II L.

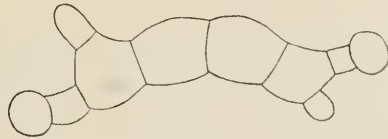


Fig. 23.

Die beiden Terminalzellen einer vierzelligen Gemma haben je eine Antheridie und eine Zelle als Verzweigung der Gemma gebildet.  
Oc. IV, Obj. II L.

zweigung der Gemma. Außerdem haben beide Terminalzellen dieser Gemma noch je eine andere Zelle gebildet, welche die Entstehung der Fadenprothallien vermitteln sollen. Wir haben auch Fälle beobachtet, wo eine Gemma zuerst gekeimt und Fadenprothallien gebildet hat, und erst die Zellen solches Prothalliums eine oder mehrere Antheridien tragen. So sehen wir in der Fig. 24 eine aus

vier Zellen bestehende Gemma dargestellt, welche an beiden Enden gekeimt hat.

Die linke Terminalzelle ist zweimal nacheinander in verschiedener Richtung geteilt und hat zwei fadenförmige Auswüchse gebildet. Die rechte Terminalzelle hat sich nur in einer Richtung geteilt und ein aus drei Zellen bestehendes Fadenprothallium gebildet. Die letzte Zelle dieses Prothalliums hat eine Antheridie gebildet, und somit hat das Prothallium sein Wachstum beendet.

Endlich sind wir auch solchen Fällen begegnet, in denen eine Gemma an einem Ende unmittelbar eine Antheridie gebildet hat und am anderen Ende zu einem langen Fadenprothallium ausgekeimt ist. Ein solches Stadium sehen wir in der Fig. 17 dargestellt. Die Gemma ist in vier Zellen geteilt; die linke Terminalzelle trägt eine Antheridie, die rechte aber ist zweimal geteilt und hat ein Fadenprothallium sowie ein Rhizoid gebildet. Dieses



Fig. 24. Eine vierzellige Gemma hat an ihrem linken Ende zwei Fadenprothallien gebildet, an ihrem rechten Ende nur ein Fadenprothallium, dessen Endzelle eine Antheridie trägt. Oc. IV, Obj. II L.

Prothallium besteht aus 23 Zellen (in der Fig. 17 sind nur 7 Zellen dargestellt); einige dieser Zellen tragen einfache oder verzweigte Rhizoiden, die anderen aber Antheridien. Diese Eigenschaft des fadenförmigen Auswuchses ist wohl der beste Beweis für seine Gametophyten-Natur, da nur ein Prothallium Antheridien und Rhizoiden tragen kann.

Diese Tatsache ist wichtig für *Trichomanes Kaulfussii*, da bis jetzt angenommen wurde, daß dessen Gemmen keine Sexualorgane bilden.

Für *Trichomanes Kaulfussii* Hk. et Grew. hat Bower diese Vermutung ausdrücklich betont, dennoch betrachtete er die Gemmenauswüchse als Prothallien, und meinte, sie seien denjenigen von *Trichomanes alatum* ähnlich. Darüber sagt Bower folgendes: „The filaments show characters similar to those of *Trichomanes alatum*,

and though no sexual organs have been found upon them in *Trichomanes Kaulfussii* . . .“ (p. 467). Ebensowenig konnte Bower an den Gemmen von *Trichomanes alatum* Antheridien entdecken, welche er nur an den Prothallien beobachtet hatte. In neuerer Zeit sind aber Antheridien sowohl an den Brutknospen als auch an den Prothallien bei *Trichomanes Kraussii* von H. Woronin<sup>1)</sup> beschrieben worden.

In allen beschriebenen Fällen werden Antheridien folgendermaßen gebildet. Eine Terminalzelle, oder seltener auch eine andere Zelle einer Gemma, oder eines Fadenprothalliums bildet einen kürzeren oder längeren Auswuchs in der Verlängerung der Gemma selbst, oder unter einem schiefen bis rechten Winkel mit der Zelle. Dieser Auswuchs stellt das Sterigma dar, welches eine Antheridie trägt. Durch eine Querwand wird der obere, kugelförmige Teil des Sterigma abgetrennt, aus welchem durch weitere Zellteilungen eine Antheridie gebildet wird. Es ist augenfällig, daß ein Sterigma sehr gekrümmt sein kann, fast unter einem rechten Winkel, wie das in der Fig. 17 dargestellt ist. Die Antheridie selbst besteht aus einer Schicht von peripheren Zellen, welche eine zentrale Masse umgrenzt, die bei einer normalen Entwicklung der Antheridien zur Bildung der Spermatozoiden bestimmt wäre.

Wir haben aber in keinem einzigen Falle beobachten können, daß aus dieser zentralen Masse Spermatozoiden gebildet wurden, weshalb wir annehmen müssen, daß sie dem Zerfall unterliegen muß. Die periphere Zellschicht einer Antheridie wird aus ihrem erweiterten Teil gebildet, aus welchem die einzelnen Zellen durch konkave Scheidewände abgetrennt werden. Es ist sehr schwer, die Reihenfolge genau festzustellen, nach welcher die Zellen der peripheren Schicht gebildet werden. Es ist aber sehr wahrscheinlich, daß zuerst durch eine Querwand eine niedere Basalzelle in der Verlängerung der Sterigma abgetrennt wird (in der Fig. 25 und 27a mit *a* bezeichnet). Bei weiterer Teilung einer Antheridie

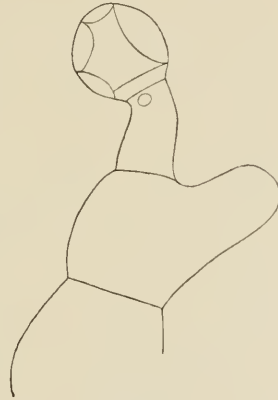


Fig. 25.

Die Bildung einer Antheridie aus der Terminalzelle einer Gemma. Durch vier konkave und eine gerade Wand sind fünf Zellen der peripheren Schicht abgetrennt.  
Oc. IV, Obj. IV L.

1) Apogamie und Aposporie bei einigen Farnen. Flora, Bd. 98.

sehen wir ausschließlich konkave Zellscheidewände auftreten. In der Fig. 26 *a*, dem Bilde einer Antheridie bei hoher Einstellung, sind zwei äquatoriale und eine kürzere, vertikale Zellscheidewand dargestellt, durch welche diese Antheridie in vier Zellen geteilt wurde. Bei niederer Einstellung sieht man nur eine horizontale und jene kürzere, vertikale Zellwand (Fig. 26 *b*).

Von der Seite betrachtet, zeigt eine Antheridie in diesem Stadium vier konkave und eine horizontale Zellwand, welche die ganze Antheridie in fünf Zellen der peripheren Schicht geteilt haben (Fig. 25). In diesem Stadium sehen wir weiter, daß sich die Terminalzelle der Gemma zur Bildung eines Fadenprothalliums an-

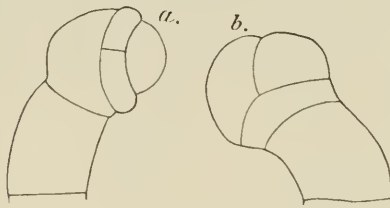


Fig. 26.

Eine Antheridie von der Seite betrachtet, und zwar *a* bei hoher, *b* bei niederer Einstellung.  
Oc. IV, Obj. IV L.

schießt, daß aber diese Verzweigung noch nicht durch eine Querwand von der Mutterzelle abgesondert ist. Ein weiteres Stadium in der Entwicklung einer Antheridie sehen wir in der Fig. 27 *a* bis 27 *b* dargestellt. In diesem Stadium ist die Antheridie in sechs Zellen der peripheren Schicht geteilt, welche eine zentrale Masse umgrenzen (Fig. 27 *a*).

Von oben betrachtet erscheint diese Antheridie mittels vier äquatorialer Zellwände geteilt, durch welche außer anderen Zellen auch eine kleine, bikonvexe Zelle, die in der Fig. 27 *b* mit *x* bezeichnet ist, abgetrennt wurde. Es scheint, daß diese Zelle jene apikale Deckzelle darstellt, von welcher auch die anderen Segmente der Antheridie entstanden sind. Wir konnten aber weder das Auswachsen dieser Deckzelle in ein Rhizoid, noch die Entwicklung des Prothalliums aus einer Wandzelle des Antheridiums an unserem Material beobachten, wie das für *Tr. Kraussii*

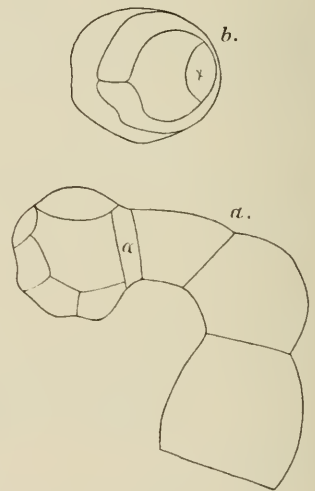


Fig. 27.

*a*: Wie in der Fig. 25; die periphere Zellschicht besteht aber aus sechs Zellen. Oc. IV, Obj. II L.  
*b*: Wie in *a*, aber von oben betrachtet. Oc. IV, Obj. II L.

von H. Woronin und für *Tr. rigidum* von Goebel festgestellt wurde.

### Apogamie.

Wir haben schon erwähnt, daß an den Prothallien von *Trichomanes Kaulfussii* überhaupt keine Archegonien gebildet werden, und daß die Antheridien niemals ihre Reife erreichen. Die natürliche Folge dieser Tatsache ist es wohl, daß diese Pflanze sich noch lediglich vegetativ durch die Bildung von Sporophytenknospen vermehren kann. Wir hatten nicht genügend geeignetes Material zum eingehenden Studium dieser Verhältnisse, dennoch konnten wir in einigen Fällen konstatieren, daß an den Flächenprothallien eine Knospe gebildet wurde, deren Zellen die für den Sporophyten charakteristischen Stacheln trugen. In einem Falle konnten wir eine solche Sporophytenknospe beobachten, welche genau derjenigen Knospe entsprach, die Bower für *Trichomanes alatum* beschrieben und in seiner Fig. 52 abgebildet hat. Wir stellen also hier nur die Tatsache fest, daß in der Entwicklung von *Trichomanes Kaulfussii* ein typischer Fall der Apogamie uns vorliegt, d. h. die apomiktische Entstehung eines Sporophyten aus den vegetativen Zellen eines Gametophyten.

Wir haben außerdem schon gesehen, daß der Gametophyt dieser Pflanze nicht, wie gewöhnlich, aus der Spore entsteht, sondern unmittelbar aus einer oder mehreren Zellen des Sporophyten, welche Erscheinung als Aposporie uns bekannt ist.

In dem Entwicklungszyklus von *Trichomanes Kaulfussii* sehen wir also die beiden Erscheinungen, die Aposporie und die Apogamie gleichzeitig vertreten. Aus dieser Tatsache ist zu folgern, daß zwischen beiden Erscheinungen ein sehr enger Zusammenhang bestehen muß, da z. B. die Apogamie nicht einmal ohne Aposporie denkbar wäre. Es ist weiter eine bekannte Tatsache, daß während der Sporogenese die Chromosomenzahl der Spore auf die Hälfte reduziert wird, und daß die Zellen des Gametophyten, welche aus der keimenden Spore entstehen, ebenfalls die reduzierte Chromosomenzahl führen müssen. Bei der apogamen Entstehung eines Sporophyten aus den vegetativen Zellen des Gametophyten müßten demnach auch die Zellen des Sporophyten die reduzierte Chromosomenzahl führen. Um dies aber zu verhüten, tritt die Aposporie in den Entwicklungszyklus ein, und ermöglicht, daß die Zellen des Gametophyten die volle Chromosomenzahl bekommen, d. h. die

Reduktionsteilung wird ausgeschaltet. Die Aufgabe unserer weiteren Forschung wird somit sein: die Feststellung der Chromosomenzahl sowohl in den Zellen des Sporophyten als auch in den Zellen des Gametophyten. Die Ergebnisse dieser Forschung werden uns ermöglichen, die genaue Grenze zwischen dem Sporophyten und dem Gametophyten zu ziehen. Diese Grenze muß folglich in denjenigen Zellen des Sporophyten liegen, in welchen eben ihre Chromosomenzahl reduziert wurde. Sollten wir aber keine Reduktion der Chromosomenzahl feststellen, so wird auch diese cytologische Methode uns im Stiche lassen, und die Feststellung einer scharfen Grenze zwischen dem Sporophyten und dem Gametophyten wäre demnach unmöglich.

Ebensowenig ist es möglich, auch äußerlich eine scharfe Grenze zwischen dem Sporophyten und dem Gametophyten zu ziehen.

So ist der Sporophyt durch das Vorhandensein seiner dreieckigen Stacheln gekennzeichnet, welche auf der ganzen Oberfläche, und besonders an den Blatträndern vorhanden sind. Die Entstehung dieser Stacheln ist in der Fig. 27 veranschaulicht.

Eine Randzelle des Blättchens

bildet einen Auswuchs, welcher noch gebogen sein kann. An der Spitze dieses Stieles sitzt eine dreiteilige Borste, die Einfügungsweise der einzelnen Arme ist aus der Figur ersichtlich.

Der Gametophyt ist dagegen durch das Vorhandensein der Rhizoiden und der Sexualorgane charakterisiert. Die Rhizoiden stellen konische oder verzweigte Auswüchse einer Zelle dar, und ihre Spitzen werden braun gefärbt. Die Lage der Rhizoiden kann an den Zellen eine terminale oder auch eine laterale sein (Fig. 14). Um die Zahl der Chromosomen in den Zellen des Sporophyten festzustellen, haben wir die jüngeren Blättchen dieser Pflanze gewählt, dieselben nach der Schnittmethode behandelt und die Schnitte nach Heidenhain mit Hämatoxylin gefärbt.

Wir haben die Chromosomenzählungen in vielen Zellen vorgenommen, deren Kern sich in verschiedenen Phasen der Mitose

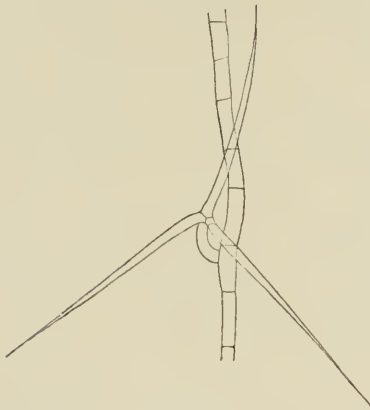


Fig. 28.

Die Bildung einer dreiarmligen Borste.  
Oc. III, Obj. II L.

befand. In allen diesen Fällen konnten wir die Zahl der Chromosomen annähernd auf achtzig feststellen. Diese Zahl stellt wohl nur eine annähernde, aber sehr wahrscheinliche Zahl dar. So haben wir in der Fig. 29 eine Zelle des Sporophyten dargestellt, in welcher die Zellspindel noch nicht gebildet wurde, und die Chromosomen zerstreut in der Kernhöhle liegen. Diese Lagerung der Chromosomen erleichtert einigermaßen die Zählung der Chromosomen, von denen einige noch in Paaren, andere aber erst in der Längsteilung zu sehen sind.

In der Fig. 30 ist das Bild eines schiefen Schnittes durch ein Fadenprothallium dargestellt. Der Kern dieser Zelle befindet sich im Stadium der Kernplatte.

Bei der Zählung der Chromosomen in dieser Zelle konnten wir ebenfalls dieselbe Anzahl, annähernd achtzig, feststellen. Wir haben auch weitere Zählungen vorgenommen, und zwar in den Zellen, deren Kerne in Meta- und Anaphase sich befanden, und immer wurde dieselbe Chromosomenzahl ermittelt.

Aus den mitgeteilten Resultaten bei den Chromosomenzählungen in den Zellen des Sporophyten und des Gametophyten geht wohl deutlich hervor, daß die Chromosomenzahl in den Zellen des Sporophyten beim Übergang zum Gametophyten nicht reduziert wird. Somit können wir die Angaben bestätigen, welche Farmer und Digby<sup>1)</sup> für *Athyrium Felix-foemina* var. *clarissima* Jones gemacht haben, und zwar „that the transition from the Sporophyte to the Gametophyte in this Fern is attended by no reduction or alternation in the number of the chromosomes . . .“ (p. 164).

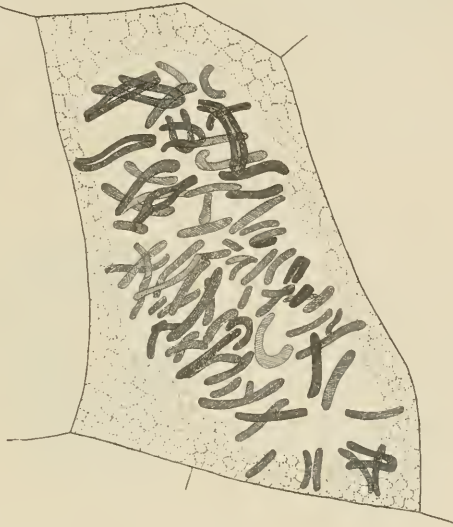


Fig. 29.

Eine Zelle aus der Blattoberfläche. Der Kern befindet sich in der Prophase.  
Oc. VIII, Obj. Apochr. Immersion 2 m/m Zeiß.

1) Stud. in Apospory and Apogamy in Ferns. Ann. of Bot., Vol. XXI, no. LXXXII, 1907.

Auf Grund dieser Feststellung ist es wohl nicht möglich, eine scharfe Grenze zwischen dem Sporophyten und dem Gametophyten auch cytologisch festzustellen.

Es wäre wohl denkbar, daß man die Form der Chromosomen, sowie die Anzahl der Nukleolen zur Unterscheidung des Sporophyten und des Gametophyten verwerten könnte. Deshalb haben wir unsere Aufmerksamkeit auch auf diese Zellbestandteile gerichtet, konnten aber dabei keine Unterschiede feststellen.

Die Form und die Größe der Chromosomen und der Nukleolen in den Zellen des Sporophyten sowie des Gametophyten sind völlig gleich.

Auf Grund dieser Feststellung können wir uns wohl der Meinung Farmer-Digbys anschließen und annehmen, daß die Aposporie

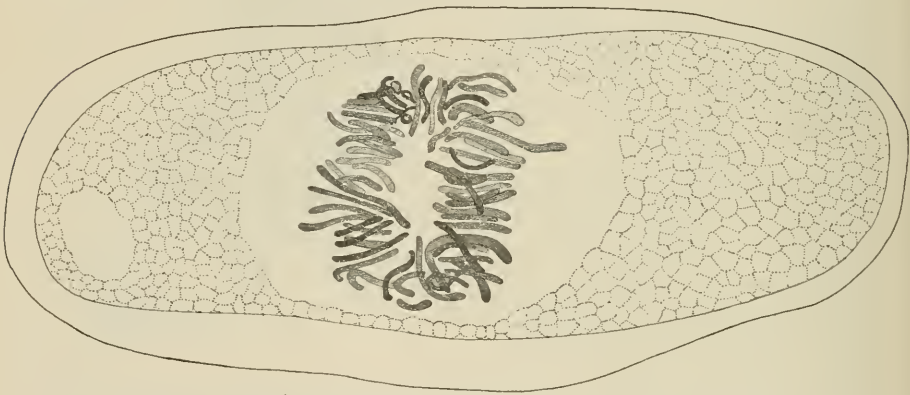


Fig. 30. Schiefer Schnitt einer Prothalliumzelle. Die Chromosomen befinden sich im Stadium der Kernplatte. Oc. VI, Obj. Apochr. Immersion 2 m/m Zeiß.

immer die Reduktion der Chromosomen aus dem Entwicklungszyklus der geschilderten Pflanzen ausschließt. Die Resultate, welche wir beim Studium von *Trichomanes Kaulfussii* gewonnen haben, können somit die obige Theorie Farmer-Digbys nicht nur bestätigen, sondern ihre Gültigkeit noch für eine neue Pflanze erweitern.

Zum Schluß können wir noch erwähnen, daß wir in den Zellen des Gametophyten von *Trichomanes Kaulfussii* keine Verschmelzung ihrer Kerne beobachten konnten, welche Erscheinung Farmer-Digby für *Lastrea pseudomas* var. *polydactyla* Wills festgestellt hatten. Diesen Unterschied kann man wohl aus den mitgeteilten Resultaten verstehen, da die Zellen des Gametophyten in *Trichomanes Kaulfussii* durch Aposporie die volle, unreduzierte Zahl der Chromosomen bekommen und deshalb keine Vervollständigung derselben nötig haben.



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

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: [Jahrbücher für wissenschaftliche Botanik](#)

Jahr/Year: 1910

Band/Volume: [48](#)

Autor(en)/Author(s): Georgevitch Petar

Artikel/Article: [Aposporie und Apogamie bei Trichomanes Kaufussii Hk. et Grew. 155-170](#)