

Die systematische Forschung auf Grund der Zellteilungsweise für die Bryophyten

I. Ein Vorschlag zur systematischen Untersuchung auf Grund der Zellteilungsweisen jedes Organs in der Lebensgeschichte

Isawo KAWAI

Department of Biology, Faculty of Science, Kanazawa University

(Received May 30, 1974)

Zusammenfassung

Jede Eigentümlichkeit der Gewebe, die durch die verschiedenen Methoden analysiert worden ist, ist jeder Pflanze eigenes charakterisches Merkmal, und daher sind diese Eigentümlichkeit der Gewebe für die systematische Betrachtung der Wechselbeziehung unter den Arten so wichtig. Auf der anderen Seite kann man glauben, daß eine Initiale auf einen bestimmter Weg mehrmalige Zellteilungen wiederholt, bis eine Initiale zur Reife kommt. Die Zellen, die die Grundlage der Organgestaltung ausmachen, sind durch die Zellteilungen in der ersten Periode gebildet. Ist die Zellteilung in der ersten Periode deshalb nicht von entscheidender Bedeutsamkeit? Wenn die Zellteilungsweisen in der ersten Periode, die sich erwarten lassen, alle Organe in der Lebensgeschichte einer Pflanze miteinander vergleichend untersucht werden, kann man erkennen, auf welcher Weise die Zellteilungsweisen in der ersten Periode durch die ganze Lebensgeschichte einer Pflanze verwandelt werden. Wenn auf Grund der Zellteilungsweise in der ersten Periode jedes Organs durch die ganze Lebensgeschichte einer Pflanze noch mehr Studien über gegenseitiges Verhältnis unter den vielen Arten gemacht werden, wird das Ergebnis der Studien zur Systematik der Bryophyten beitragen.

Zuerst müssen wir die Initiale jedes Organs auf der Koordinate durch die Polarität der Initiale stellen, wenn wir auf Grund des Furchungsgesichts die Zellteilungsweise beobachten (Abb. 1). Die möglichen hauptsächlichsten Zellteilungstypen der Initiale auf Grund der Koordinatenachse können fünf sein. Zweitens müssen die Lagebeziehungen unter den Furchungsgesichtern kubisch beobachtet werden, so daß man die inneren Strukturen durch den Querschnitt und den Längenschnitt beobachten muß. Wenn wir die Lagebeziehungen unter den Furchungsgesichtern auf Grund der bisher von einigen Forschern veröffentlichten Arbeiten beobachten, werden die Typen der Zellteilungsweise

wie in Tab. I vermutet.

In der Tab. X wird die Lebensgeschichte Protonëma-, Gametophyt-, Geschlechtsorgan-1.-, Geschlechtsorgan-2.-, Sporophyt-1.- und Sporophyt-2.-Perioden geteilt und beobachtet. Wir können das Hauptgewicht auf die Ordnung dieser Lebensgeschichte legen und über die Zellteilungsweisen jeder Periode zur Systematik untersuchen. Die Lebensgeschichte der Bryophyten kann in drei Perioden, d. h. Gametophyten-, Geschlechtsorgane- und Sporophyten-Periode geteilt werden. Wir versuchen viel Gewicht auf die Zellteilungsweisen des Anfangs jeder Periode legen und beobachten, weil die Zellteilungsweisen des Anfangs in jeder Periode der Lebensgeschichte große Einflüsse auf die Differenzierung der Initialen ausüben werden. Die Zellteilungsweisen werden nach der Zahl der Initialen in die vier Typen, EUZ, ZUZ, DUZ und VUZ geteilt. Wenn die Zellteilungsweisen in der Anfängen der drei Perioden der Lebensgeschichte, PRO, GOI und SPI, von den vier Typen, EUZ, ZUZ, DUZ und VUZ beobachtet werden, wird es die grundsätzlichen Formen des Wechsels der Zellteilungsweisen wie in Tab. XI vermutet. Wenn wir die Zellteilungsweisen, die sich auf die 1-, 2-, und 4-Formen beziehen, in Ordnung bringen, wird der Wechsel der Zellteilungsweise wie in Abb. VIII-A, -B und -C sein.

Wir wollen die gegenseitige Beziehung unter den Pflanzengruppen aus dem Gesichtspunkt der Zellteilungsweisen der Bryophyten betrachten. Wir wollen hier nur die Zellteilungsweise zu einer Frage der Systematik machen.

Einleitung

Bisher sind die inneren Strukturen des Stengels, der Rippe der Gametophyte und diejenigen der kapsel und des Kapselstiels der Sporophyte in der Bryophyten beobachtet worden. Alle diese Reihe von Beobachtungen haben dazu gedient, die verwandtschaftlichen Beziehungen unter einzelnen Arten auf Grund der Eigentümlichkeit der inneren Strukturen im Reife und im Prozesse ihrer Bildung klarzumachen. Durch diese Beobachtungen ist es bisher erkannt worden, daß die Eigentümlichkeit der inneren Strukturen in den Gametophyten und den Sporophyten für die Systematik von Bedeutung ist. Seit kurzem wurde die Struktur durch verschiedene Methoden analysiert, z. B. durch die, die Methode, nach der man die Gewebe durch das X-Strahlenbild der Pflanze, die man die Substanz für der X-Strahlen undurchdringlich oberbieren läßt, feststellt, die Methode, nach der man die Eigentümlichkeit der Gewebe durch die Untersuchung des Ursprungs jeder Gewebe betrachtet, oder die Methode, nach der man die zytologische Eigentümlichkeit der Gewebe betrachtet. Jede Eigentümlichkeit der Gewebe, die durch diese Methoden analysiert wird, ist ein jeder Pflanze eigenes, charakteristisches Merkmal. Daher ist diese Eigentümlichkeit der Gewebe für die systematische Betrachtung der Wechselbeziehung unter den Arten von Bedeutung.

Auf der anderen Seite gibt es eine Methode, daß in der Lebensgeschichte der Pflanze die Zellteilungsweise für die Wachstumsphase jedes Organs in Betracht gezogen wird, z.

B., man kann annehmen, daß viele Organgestaltungen von einer Zelle anfangen. Die Initialen der Organe differenzieren sich durch die besonderen Zellteilungsweise in die einzelnen, verschiedenen Organe. Es differenzieren sich die Initiale des Organs durch die feststehenden Zellteilungsweise, so daß ein Organ der Pflanze den eigentümlichen Charakter hat. Die Zellteilungsweise mag fest stehen und nicht leicht von der Umgebung beeinflußt werden. Aus diesem Grund läßt sich schließen, daß die Zellteilungsweise einer der wesentlichsten Charaktere in der Lebensgeschichte der Pflanze ist. Wenn wir vom Standpunkt der Systematik Betrachtungen anstellen, mögen die Ähnlichkeiten unter den Zellteilungsweisen jedes Organs in der Lebensgeschichte der Pflanze auf die Wechselbeziehung unter den Arten hinweisen. In der Lebensgeschichte der Bryophyten entwickeln sich Protonema, Gametophyten, Archegonium, Antheridium, Embryo und Kapsel. Es ist von der Systematik her sehr interessant, was für eine Bedeutung jede Zellteilungsweise dieser Organe für die Systematik hat.

Systematische Gesichtspunkt auf Grund der Zellteilungsweise

Wesentlicher Charakter in der Lebensgeschichte— Es wäre die wichtigste Aufgabe im systematischen Studium, in der Lebensgeschichte jeder Pflanze zuvörderst den wesentlichen Charakter herauszufinden. Der wesentliche Charakter muß aus vielen Gründen, entwicklungs, morphologischen, genetischen, physiologischen, biochemischen, ökologischen Gründen ergründet werden. Der Gedanke kommt uns, daß wir großen Wert auf die Betrachtung über dem wesentlichen Charakter für systematische Studie legen.

Entwicklungscharakter— Die erste Frage besteht darin, auf welche Weise wir den wesentlichen Charakter in den Lebensgeschichte herausfinden können. Wir wollen erst in Entwicklungsbetrachtungen über die Lebensgeschichte der Bryophyten anstellen. Es ergibt sich, daß die Initiale des Organs nicht stets gleichförmig teilt, sondern durch verschiedene Teilungsmethoden sich differenziert, wenn wir die Organgestaltung beobachten. Eine Initiale fährt sich zu teilen fort und reift zu dem eigenartigen Organ. Die Tatsache bestätigt, daß sich die Initiale durch eine bestimmte Weise von den verschiedenen Zellteilungen differenziert. Gleichartige Initialen werden alle gleichartige Organe. Deshalb kann man verstehen, daß die Zellteilungsweise, die entscheidenen Ordnung von der verschiedenen Zellteilungen, sich leicht infolge der Umgebung kaum verändert. Gerade die Zellteilungsweise, die stabil zu sein scheint, wäre wohl ein wesentlichen Charakter in der Lebensgeschichte der Pflanze.

Zellteilungsweise in der erste Periode— Man kann annehmen, daß eine Initiale sich auf einerbestimmten Weise unter den vielen Zellteilungen befindet, bis eine Initiale zur Reife kommt. Die Zellen, die die Grundlage der Organgestaltung sind, werden von der Zellteilungen in der ersten Periode gebildet. Ist die Zellteilung in der ersten Periode also nicht von großer Bedeutung? Wenn die Zellteilungsweisen in der ersten Periode der allen Organe in der Lebensgeschichte einer Pflanze miteinander vergleichend erforscht

werden, kann man erkennen, auf welche Weise sich die Zellteilungsweisen in der ersten Periode durch die ganze Lebensgeschichte einer Pflanze verändern. Wenn auf Grund der Zellteilungsweise in der ersten Periode jedes Organs durch die ganze Lebensgeschichte einer Pflanze noch mehr das Gegenseitigkeitsverhältnis unter den vielen Arten eine Studie gemacht wird, scheint es, daß das Gegenseitigkeitsverhältnis unter diesen Arten für die Systematik der Bryophyten leisten wird. Wir wollen die Zellteilungsweise der Bryophyten beobachten und von systematischem Standpunkt aus erforschen.

Ein Vorschlag zur systematischen Untersuchung

I. Die Polarität der Initiale

Wenn die Initiale jedes Organs sich zu teilen fortfährt und den Organ formiert, hat die Initiale eine bestimmte Richtung. Wir glauben, daß die Zellteilungsweise auf die Polarität erforscht werden muß. Die wichtigste Sache bei der Erforschung der Zellteilungsweise auf Grund der Polarität ist zu studieren, auf welche Weise die Richtung der Initiale gewählt wird. Alles mögliche in Betracht ziehend, gibt es zwei bessere Verfahren. Das eine ist, die Polarität des Mutterbodens der Initiale zu wählen, zum Beispiel die Polarität der Archegonium, die der Mutterboden der Zygote ist, in der Zygote zu wählen. Das andere ist, die Polarität der Initiale selbst zu wählen. Aber die Differenzierung der Initiale übt mehr Einfluß auf den Charakter der Initiale selbst als auf den Mutterboden und die Umgebung aus. Deshalb wollen wir die Zellteilungsweise durch die Lebensgeschichte in Bezug auf die Polarität der Initiale selbst beobachten.

Die Form der Initiale ist zu einfach, als daß man auf Grund deren ihre Polarität entscheiden könnte. Wir wollen also nach der Methode erforschen, daß die Polarität der Initiale indem Zeitpunkt für die Polarität des Organs gehalten wird, wenn die Initiale zum Organ reift.

II. Die Zellteilungsweise auf Grund des Furchungsgesichtes

(1) Übers Furchungsgesicht

Die gegenseitigen Beziehungen unter den verschiedenen Organen in der Lebensgeschichte einer Pflanze und in den verschiedenen Arten können nach den mannigfaltigen Methoden erforscht. Die gegenseitigen Beziehungen unter den Organen kann man erforschen, indem wir untersuchen, was für einen Ursprung das Gewebe hat und was für eine Zusammensetzung der Organ hat. Gegen den obenstehenden Gesichtspunkt der Forschung, können die gegenseitigen Beziehungen unter den Organen erforscht werden, indem wir die Zellteilungsweise der Initiale des Organs auf Grund der Polarität und des Furchungsgesichtes beobachten. Es gibt zwei Methoden; nach der einen untersucht man die Zellteilungsweise auf Grund der Ordnung der Zellen und nach der anderen auf Grund des Furchungsgesichtes. Aber die Ordnung von den Zellen ist leicht zu verändern, je größer die Zellen werden, so daß man sehr schwer das Gesetz der Ordnung der Zellen ausfindig machen kann. Dagegen ist die Betrachtung auf Grund des

Furchungsgesichtes durch die Stellung des Furchungsgesichtes gemäß der Koordinate, so daß man leicht das Gesetz der Ordnung der Zellen ausfindig machen kann. Aus diesem Grund wollen wir die Zellteilungsweise auf Grund des Furchungsgesicht beobachten.

Zuerst müssen wir die Initiale jedes Organs auf die Koordinate durch die Polarität der Initiale stellen, wenn wir auf Grund des Furchungsgesichtes die Zellteilungsweise beobachten (Abb. I—1). Die hauptsächlichsten Hauptzellteilungstypen der Initiale auf Grund der Koordinatenachse sind die fünf Typen (I—2~6).

1. Querdurchszellteilung
2. Längszellteilung
3. Abdäigszellteilung
4. Perklinal Zellteilung
5. Antiklinal Zellteilung

Die Querdurchszellteilung ist, daß die Initiale sich vom Gesicht, das Parallel mit dem XZ-Gesicht (X, Z: die Koordinatenachse) liegt, spaltet (Abb. I—2). Die Längszellteilung ist, daß die Initiale sich von dem Gesicht, das sich rechtwinklig dem XZ-Gesicht schneidet, spaltet (Abb. I—3). Die perklinal Zellteilung ist, daß eine Zelle von der Initiale sich in den äußeren und den inneren Teil spaltet (Abb. I—5). Die antiklinal Zellteilung ist, daß eine Zelle von der Initiale sich von dem Gesicht, das sich rechtwinklig zum Gesicht der perklinal Zellteilung schneidet, spaltet (Abb. I—6). Wir wollen auf

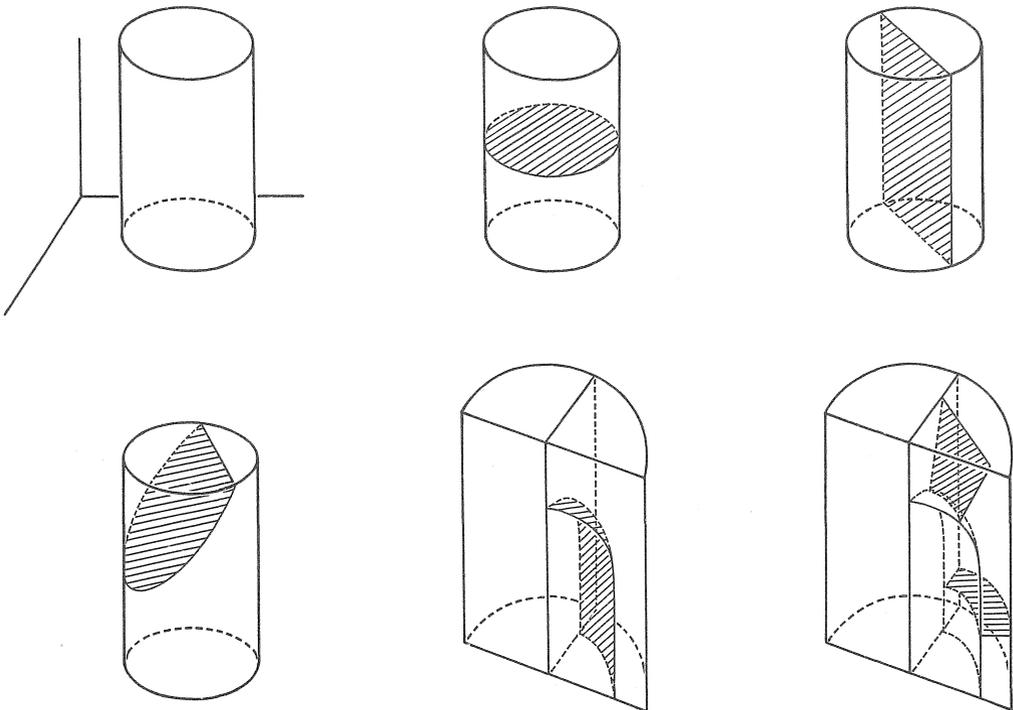


Abb. I Die hauptsächlichsten Hauptzellteilungstypen der Initiale auf Grund der Koordinatenachse

Grund dieser Zellteilungstypen Art und Weisen, wie die Initiale sich zu teilen fortführt, beobachten und die Gesetzlichkeit der Zellteilung untersuchen.

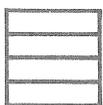
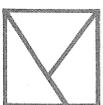
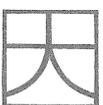
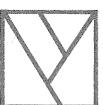
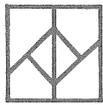
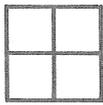
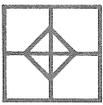
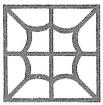
(2) Über die gegenseitigen Beziehungen unter den Furchungsgesichtern

Das Abkürzungszeichen der Querdurchszellteilung wird mit Q gezeichnet, die Längszellteilung mit L, die Abdädigszellteilung mit A, die perklinal Zellteilung mit P und die antyklinal Zellteilung mit An. Die Zellteilungsordnungen der Organe, die bisher beobachtet worden sind, werden mit A-A-A, L-L-L, Q-Q-Q, Q-L-L, L-A-A A-A-Q, Q-A-A und Q-Q-L ausgedrückt. Die Ausdrücke dieser Zellteilungsweisen beziehen sich auf die Typen der Furchungsgesichter, aber nicht die gegenseitigen Beziehungen unter den Furchungsgesichtern. Zum Beispiel, wenn in der A-A-A Zellteilungsordnung die erste Zellteilung mit einem A'-Zeichen versehen wird, die zweite Zellteilung mit einem A''-Zeichen, und die dritte Zellteilung mit einem A'''-Zeichen, kommen die Lagebeziehungen zwischen A' und A'', A'' und A''', und zwischen A' und A''' in Frage.

Die Lagebeziehungen unter den Furchungsgesichtern müssen kubisch beobachtet werden, so daß man die inneren Strukturen durch den Querschnitt und den Längenschnitt beobachten muß. Wenn die Lagebeziehungen unter den Furchungsgesichtern durch die Beobachtungen, die bisher von einigen Erforschern veröffentlicht sind, beobachtet werden, werden wohl die Typen der Zellteilungsweise wie in Tab. I und Tab. II gezeigt.

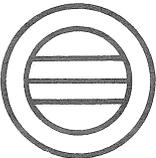
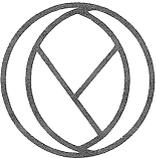
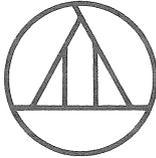
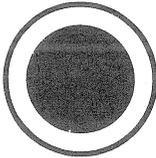
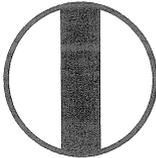
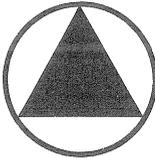
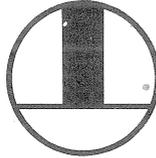
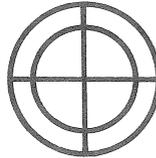
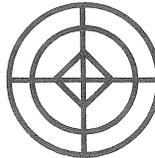
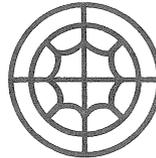
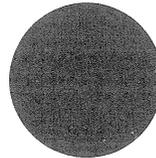
1. Ursprünglich einteilige Zellteilungsweise: Das hat die Zellteilungsordnung Q-Q-Q und diese Furchungsgesichter schneiden sich nicht miteinander, z. B., der Serienquerschnitt-Typ(Tab. I-1: SQS).
2. Ursprünglich zweiteilige Zellteilungsweise: Das haben die Zellteilungsordnungen L-L-L, A-A-A, und A-A-Q, und diese Furchungsgesichter stehen einander gegenüber, z. B., zwei geneigt geschnittene Furchungsgesichter-Typ(ZGS), zwei vertikal geschnittene Furchungsgesichter-Typ(ZVS), perklinal geneigt geschnittene Furchungsgesichter-Typ(PGS) wie in Tab. I-2, I-3 und I-4.
3. Ursprünglich dreiteilige Zellteilungsweise: Es gibt drei geneigt geschnittene Furchungsgesichter-Typ, mit der Zellteilungsordnung A-A-A gezeigt, und drei vertikal geschnittene Furchungsgesichter-Typ, mit der Zellteilungsordnung L-L-L gezeigt. Im Querdurchschnitt der beiden Typen formen drei Furchungsgesichter ein Dreieck, z. B., drei geneigt geschnittene Furchungsgesichter-Typ(Tab. I-5 und Tab. I-6: DGS und DVS).
4. Ursprünglich vierteilige Zellteilungsweise: Es gibt ein geneigt geschnittener Furchungsgesichter-Typ und ein rechtwinkelig geschnittener Furchungsgesichter-Typ. In beiden Typen stellen vier Segmente viereckig, z. B., vier geneigt geschnittene Furchungsgesichter-Typ (VGS), vier rechtwinkelig geschnittene Furchungsgesichter-Typ(VRS), vier rechtwinkelig geschnittene Furchungsgesichter-Typ mit perklinal geschnittene Furchungsgesichter(VRP) und vier rechtwinkelig geschnittene Furchungsgesichter-Typ mit perklinal geneigt geschnittene Furchungsgesichter(VRG)

wie in Tab. I—7, I—8, I—9 und I—10.

ZTW	SQS	ZGS	ZVS	PGS	DGS
ZTO	Q-Q-Q	A-A-A	L-L-L	A-A-Q	A-A-A
Q S					
L S					
K S					
ZTW	DVS	VGS	VRS	VRP	VRG
ZTO	L-L-L	L-A-A	Q-L-L	Q-L-L	Q-L-L
Q S					
L S					
K S					

Tab. I Die Lageziehungen unter den Furchungsgesichtern durch die Beobachtungen, die bisher von einigen Erforschern veröffentlicht sind

ZTW: Zellteilungsweise, ZTO: Zellteilungsordnung, QS: Querschnitt, LS: Längenschnitt, KS: Kubisch Struktur, SQS: Serienquerschnitt-Typ ZGS: Zwei geneigt geschnittenen Furchungsgesichter-Typ, ZVS: Zwei vertikal geschnittenen Furchungsgesichter-Typ, PGS: Perklinal geneigt geschnittenen Furchungsgesichter-Typ, DGS: Drei geneigt geschnittenen Furchungsgesichter-Typ, DVS: Drei vertikal geschnittenen Furchungsgesichter-Typ, VGS: Vier geneigt geschnittenen Furchungsgesichter-Typ, VRS: Vier rechtwinkligen geschnittenen Furchungsgesichter-Typ, VRP: Vier rechtwinkligen geschnittenen Furchungsgesichter mit perklinal geschnittenen Furchungsgesichter-Typ, und VRG: Vier rechtwinkligen geschnittenen Furchungsgesichter mit perklinal geneigt geschnittenen Furchungsgesichter-Typ.

	SQS	ZGS	DGS	DVS
A				
B				
	VGS	VRS	VRP	VRG
A				
B				

Tab. II Die Skizzen der Zellteilungsweise auf Grund des Furchungsgesichtes

(3) Über die gegenseitigen Beziehungen unter den Zellteilungsweisen

Wenn ein Initiale jedes Organs sich weiter zwei gleichartige Zellen teilt, wird das Zellklümpchen die Gesellschaft der uniformen Zellen. Solche Zellteilungsmethode mag primitiv sein (Abb. II-1). Wenn ein Initiale sich in zwei ungleichartige Zellen, a und b teilt, teilt nur die Zelle a weiter in zwei ungleichartige Zellen c und d. Die Zelle c teilt sich in ungleichartige Zellen e und f (Abb. II-2). In der Abb. II-1 und Abb. II-2 diese Furchungsgesichter sind miteinander parallel. Dagegen zeigt Abb. II-3 die Zellteilungsordnung, wobei die Furchungsgesichter nicht miteinander parallel sind. Solche Zellteilungsordnungen gehören zum Serienquerschnitt-Typ. Es mag also sein, daß der Zellteilungsstil der Abb. II-1, der primitiv ist, während derjenige im Abb. II-2 und der Abb. II-3 noch entwickelter ist.

Die Abb. III-B ist der Zellteilungsstil, daß ein Initiale sich in zwei ungleichartige Zellen teilt, und das ist ursprüngliche zweiteilige Zellteilungsweise. Der B-1 (perklinal geneigt geschnittene Furchungsgesichter) ist der Typ, daß ein Initiale sich in fünf ungleichartige Zellen in dem Längenschnitt durch die Abdädigszellteilung und die

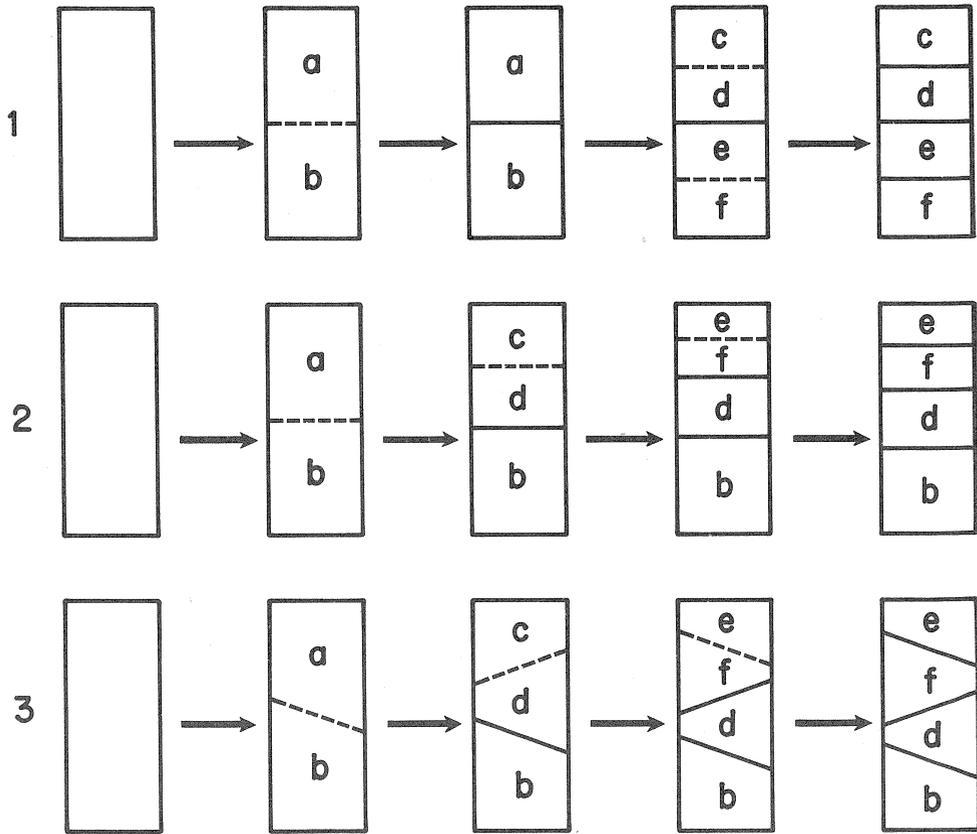


Abb. II Die verschiedene Zellteilungsstil der Serienquerschnitt

Querdurchszellteilung teilt. Der B-2(zwei geneigt geschnittene Furchungsgesichter) ist der Typ, daß eine Initiale sich in drei ungleichartige Zellen in dem Längenschnitt durch die Abdädigszellteilungen teilt und die zwei Furchungsgesichter sich schneiden. Der B-3(zwei vertikal geschnittene Furchungsgesichter) ist der Typ, daß eine Initiale sich in drei ungleichartige Zellen in dem Längenschnitt durch die parallelen Längszellteilungen teilt und die zwei Furchungsgesichter parallel sind. Das Zeichen für den D-Typ ist, daß sich in dem Querschnitt drei Furchungsgesichter dreieckig schneiden, und das ist ursprünglich dreiteilige Zellteilungsweise. Der Typ D wird in Typ D-1(drei geneigt geschnittene Furchungsgesichter), der im Längenschnitt drei Furchungsgesichter sich schneiden, und Typ D-2(drei vertikal geschnittene Furchungsgesichter), der im Längenschnitt drie Furchungsgesichter parallel sind, abgeteilt.

Vom Typ B, die die ungleichartige Zellteilung mit sich bringt, wird der Typ E durch die gleichartige Zellteilung unterschieden. Es ist der Typ G-1, daß nach der gleichartigen Längszellteilung alle Furchungsgesichter sich geneigt in dem Querschnitt und dem Längenschnitt durch die ungleichartige Abdädigszellteilung schneiden. Das Zeichen für den Typ I-1 ist, daß die Initiale sich nach der gleichartigen

Längszellteilung durch die gleichartigen Längs- und Querdurchs-Zellteilungen teilt, und daß alle Furchungsgesichter sich rechtwinklig schneiden. Ferner kommt noch, der Typ I-2, dessen Initiale sich durch die Querdurchs- und Abdädigs-Zellteilungen schichtenförmig teilt, und der Typ I-3, dessen Initiale sich durch die perklinal Zellteilungen die Initiale schichtenförmig teilt.

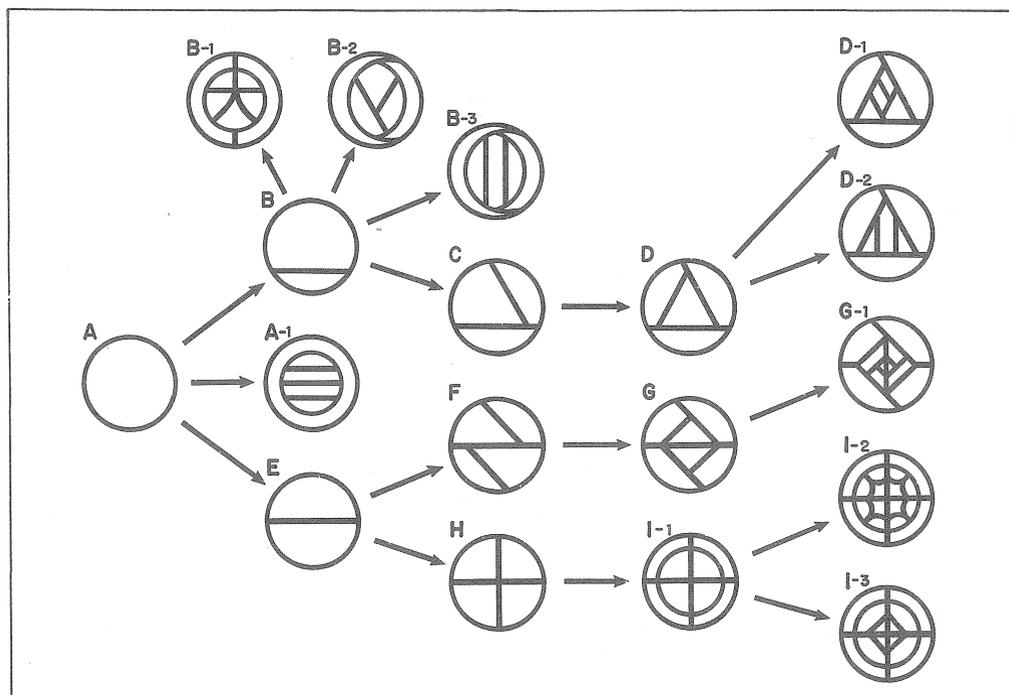


Abb. III Die gegenseitige Beziehung unter den Zellteilungsweisen

III. Die Zellteilungsweise in der Keimung der Sporen

Um zu Klarzumachen, wie verschieden die Zellteilungsweise in der Keimung der Sporen nach den Arten ist, haben wir miteinander vergleichend alle Beobachtungsunterlagen, von den Bryologen veröffentlicht, untersucht. Wir haben durch diese Beobachtungsunterlagen, die aus anderem Gesichtspunkt betrachtet sind, nicht genug untersuchen können, aber wir machen zu der Erklärung unseres Gesichtspunkts zur Probe eine Tabelle, Tab. III.

(1) Die Spore der *Calobryum rotundifolium*, die zur Familie Calobryaceae gehört, wird sich durch die Querdurchs-Zellteilung und danach durch die Längszellteilungen (Q-L-L) oder die Abdädigszellteilungen (Q-A-A) teilen. Wir folgern aus der unvollständigen Ergründung, daß die Zellteilungsweise der Spore der *Calobryum rotundifolium* DGS- oder DVS-Typen sein kann.

(2) Die Spore der *Frullania mayebarae*, die zur Familie Frullaniaceae gehört, wird

Ordnungen	Arten	Keimung der Sporen (Längenschnitt)				ZTO	ZTW
		Sporen	ZP	DP*	VP*		
Calobryales	<i>Calobryum rotundifolium</i>					Q-A-A	DGS
Jungermanniales	<i>Frullania mayebarae</i>					Q-L-L	VRS
Jungermanniales	<i>Bazzania albicans</i>					Q-A-A	DGS ZGS
Jungermanniales	<i>Marsupella tubulosa</i>					Q-Q-Q	SQS
Metzgeriales	<i>Pellia epiphylla</i>					Q-Q-Q	SQS
Marchantiales	<i>Marchantia polymorpha</i>					Q-Q-L Q-Q-A	VRS ZGS
Anthocerotales	<i>Anthoceros fusiformis</i>					Q-A-A	ZGS
Sphagnales	<i>Sphagnum palustre</i>					Q-Q-A	ZGS
Andreaeales	<i>Andreaea fauriei</i>					Q-L-L	VRS
Bryales	<i>Funaria hygrometrica</i>					Q-Q-Q	SQS

Tab. III Die Zellteilungsweisen in der Keimung der Sporen

* : Längenschnitt und Querschnitt

ZP : Zweizellen-Periode

DP : Dreizellen-Periode

VP : Vierzellen-Periode

ZTO : Zellteilungsordnungen

ZTW: Zellteilungsweisen

nach den Zellteilungsordnungen Q-L-L teilen, und die Längszellteilungen fallen rechtwinklig mit der Querdurchszellteilung. Daher mag die Keimung der Spore der *Frullania mayebarae* der VRS-Typ der ursprünglich vierteilige Zellteilungsweise sein.

(3) Die Zellteilungsordnung der Spore der *Bazzania albicans*, die zur Familie Lepidoziaceae gehört, wird wohl Q-A-A sein. Die Zellteilungsweise der *Bazzania albicans* mag ZGS-Typ mit der zweiteilung ursprünglichen Zellteilungsweise oder DGS-Typ mit der dreiteilung ursprünglichen Zellteilungsweise sein, indem die Spore zur zylindrischen Protonema zu wachsen scheint.

(4) Die Spore der *Marsupella tubulosa*, zur Familie Marsupellaceae gehörend, wird nach der Zellteilungsordnung Q-Q-Q teilen, und die Spore scheint in Fadenform zu wachsen, so daß die Zellteilungsweise der *Marsupella tubulosa* SQS-Typ der einteilung ursprüngliche Zellteilungsweise zeigen mag.

(5) Die Zellteilungsordnung der Spore der *Pellia epiphylla*, zur Familie Pelliaceae

gehörend, gehört zum Typ Q-Q-Q und ist wohl der *Marsupella tubulosa* ähnlich. Daher kann die erste Zellteilungsweise der Keimung der Spore SQS-Typ mit der einteilung ursprünglichen Zellteilungsweise sein. Aber die Spore der *Pellia epiphylla* wird anscheinend zu kugelförmiger Protonema, so daß die nächste Zellteilungsweise nicht SQS-Typ sein mag.

(6) Die Spore der *Marchantia polymorpha* zur Familie Marchantiaceae gehörend, teilt sich zuerst weiter durch die Querdurchszellteilung (Q-Q), aber die dritte Zellteilung wird die Längszellteilung(Q-Q-L) oder die Abdädigszellteilung (Q-Q-A) sein. Und die Spore, die in dem Thallus zu wachsen scheint, mag den VRS-Typ oder ZGS-Typ zeigen.

(7) Die Keimung der Spore von der *Anthoceros fusiformis*, zur Familie Anthocerotaceae gehörend, macht zuerst die Querdurchszellteilung, und die zweite und die dritte Zellteilung sind die Abdädigszellteilungen. Da scheint die Spore der *Anthoceros fusiformis* auch in dem Thallus wachsen, die Zellteilungsweise der *Anthoceros fusiformis* mag der ZGS-Typ sein.

(8) Die erste und die zweite Zellteilung der Spore von der *Sphagnum palustre*, zur Familie Sphagnaceae gehörend, sind die Querdurchszellteilungen. Dabei besteht eine größere Möglichkeit dafür, daß die Spore zum ZGS-Typ gehören, als daß sie zum VRS- oder DGS-Typ gehören.

(9) Die Spore, die zu der *Andreaea fauriei* unter der Familie Andreaeaceae gehört, teilt sich in der erste Zeit nach der Zellteilungsordnung Q-L-L, wird eine kugelförmige Protonema. Die Spore mag zum VRS-Typ gehören, zumal alle Furchungsgesichter der Zellteilung sich rechtwinkelig miteinander schneiden.

(10) Die Zellteilungsordnung der Spore der *Funaria hygrometrica*, zur Familie Funariaceae gehörend, wird Q-Q-Q sein, und die Zellteilungsweise der Spore der *Funaria hygrometrica* mag den SQS-Typ haben.

Es scheint, daß in der erste Periode die Zellteilungen der Sporen alle den SQS-Typ zeigen; in der Folge kann aber die Spore der *Calobryum rotundifolium* den DVS-Typ, die Sporen der *Calobryum rotundifolium* und *Bazzania albicans* den DGS-Typ, die Sporen der *Marchantia polymorpha*, *Anthoceros fusiformis*, *Sphagnum palustre* und *Bazzania albicans* den ZGS-Typ, die Sporen der *Marchantia polymorpha*, *Sphagnum palustre* und *Andreaea fauriei* den VRS-Typ, die Sporen der *Marsupella tubulosa*, *Pellia epiphylla* und *Funaria hygrometrica* den SQS-Typ zeigen. Diese Tatsachen könnten darauf hinweisen, daß die Zellteilungsweise der Spore von den Arten verschieden ist, je nach dem, wie in welcher Periode sie ist. In der Keimung der Spore ist die Zellteilungsweise der Sporenkeimung auf Grund des Gesichtspunkts beobachtet worden, und wir wollen erforschen, ob die Zellteilungsweise der Spore je nach dem, in welcher Periode sie ist, verschieden ist oder nicht,

IV. Die Zellteilungsweise in der erste Periode der Gametophyten

Die Gametophyten werden aus einer spezifischen Zellen der Protonema formiert. Die Zellteilungsweisen der Sporenkeimungen scheinen nach der Familie oder der Gattung

verschieden zu sein, aber die Zellteilungsweisen der Gametophyten scheinen es in der ersten Periode nicht. Die Zellteilungsweise in der ersten Periode der Gametophyten scheint wie Tab. IV zu sein, soweit wir auf Grund der Zellteilungsweise die Beobachtungsdaten, die bisher veröffentlichten geworden sind, berücksichtigen. In der Tabelle zeigen die Zellteilungen der meisten Gametophyten den DGS-Typ, während die Spitzenzelle die Segmente durch die Zellteilung bildet. Nur die Spitzenzelle der Metzgeriales zeigt den ZGS-Typ.

Weil diese Beobachtungen alle nicht aus den Gesichtspunkt der Zellteilungsweise angestellt worden sind, kann man sich nicht auf die Beobachtungsdaten der Tab. IV verlassen. Infolgedessen muß man nach der Beobachtung, die auf Grund des Gesichtspunktes der Zellteilungsweise darüber noch einmal angestellt worden ist, betrachten.

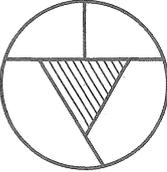
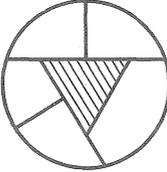
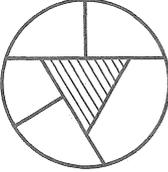
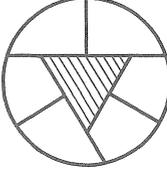
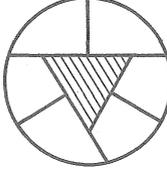
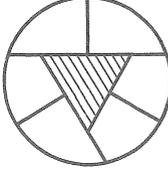
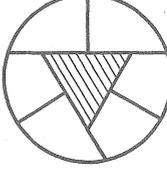
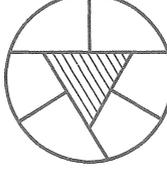
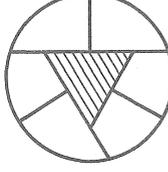
Ordnungen	Arten	Zellteilungsweisen	Verfasser
Metzgeriales	<i>Petalophyllum</i>	ZGS	LEITGEB (1874)
Calobryales	<i>Haplomitrium hookeri</i>	DGS	LEITGEB (1874)
Jungermanniales	<i>Porella holanderi</i>	DGS	CAMPBELL (1918)
Jungermanniales	<i>Frullania</i>	DGS	STOTLER (1969)
Jungermanniales	<i>Lejeunea serpyllifolia</i>	DGS	LEITGEB (1874)
Jungermanniales	<i>Gymnomitrium concinatum</i>	DGS	LEITGEB (1874)
Jungermanniales	<i>Plagiochila</i>	DGS	LEITGEB (1874)
Jungermanniales	<i>Jungermannia hyalina</i>	DGS	LEITGEB (1874)
Jungermanniales	<i>Jungermannia bicuspidata</i>	DGS	LEITGEB (1874)
Jungermanniales	<i>Lophocolea bidentata</i>	DGS	LEITGEB (1874)
Jungermanniales	<i>Mastigobryum tricobatum</i>	DGS	LEITGEB (1874)
Jungermanniales	<i>Madotheca platyphylla</i>	DGS	LEITGEB (1874)
Marchantiales	<i>Conocephalum conicus</i>	DGS	YAMADA
Bryales	<i>Amblystegium riparium</i>	DGS	SMITH (1955)
Bryales	<i>Anomodon viticulosus</i>	DGS	BONNOT (1967)
Bryales	<i>Fontinalis antipyretica</i>	DGS	MULLER-BEROL

Tab. IV Die Zellteilungsweisen in der ersten Periode der Gametophyten

V. Die Zellteilungsweise des Geschlechtsorgans

(1) Über die Zellteilungsweise des Archegoniums

Wir haben auf Grund der Jackettsinitiale und der axialen Zelle die Differenzierungsweise des Archegoniums beobachtet (Tab. V). In der ersten Periode ist das

Calobryales	Metzgeriales	Jungermanniales
		
Sphaerocarpaceles	Marchantiales	Anthocerotales
		
Sphagnales	Andreaeales	Bryales
		

Tab. V Die gegenseitige Beziehung unter den Archegonien der Pflanzengruppen auf Grund der Jackettsinitialen und der axialen Zellen

Archegonium der Calobryales aus vier Jackettsinitialen und einer axialen Zelle zusammengesetzt. Die Archegonien der Metzgeriales und der Jungermanniales sind aus fünf Jackettsinitialen und einer axialen Zelle zusammengesetzt, und die Archegonien der Sphaerocarpaceles, Marchantiales, Anthocerotales, Sphagnales, Andreaeales und Bryales sind aus sechs Jackettsinitialen und einer axialen Zelle zusammengesetzt.

Im Vergleich mit dem Vorhergehenden machen wir zu der Erklärung unseres Gesichtspunkts der Zellteilungsweise eine Tabelle zur Probe (Tab. VI). Es mag sein, daß in der Sporenkeimung die Zellteilungsweise je nach der Periode verschieden ist. Gleichfalls mag die Zellteilungsweise des Archegoniums der Calobryales der SQS-Typ in der ersten Periode, aber in der zweiten Periode der DGS-Typ sein. Von der Sphaerocarpaceles, Metzgeriales, Jungermanniales und Marchantiales mag die Zellteilungsweise der Archegonien der SQS-Typ in der ersten Periode, aber der DVS-Typ in der zweiten Periode sein. Die Zellteilungsweise des Archegoniums der Anthocerotales mag der DVS-Typ in der ersten und der zweiten Perioden sein. Von der Sphagnales, Andreaeales und Bryales mag die Zellteilungsweise der Archegonien der ZGS-Typ in der ersten Periode, aber in der zweiten Periode der DVS-Typ sein.

Abb. IV ist ein imaginäres Bild von der gegenseitigen Beziehung unter den Archegonien der Pflanzengruppen auf Grund der Zellteilungsweisen der ersten und der zweiten

Ordnungen	Arten	Zellteilungsweisen		Verfasser
		Erste Periode	Zweite Periode	
Calobryales	<i>Calobryum blumei</i>	SQS	DGS	SMITH (1955)
Sphaerocarpaceales	<i>Sphaerocarpos cristatus</i>	SQS	DVS	SMITH (1955)
Metzgeriales	<i>Fossombronina angulosa</i>	SQS	DVS	SMITH (1955)
Jungermanniales		SQS	DVS	PARIHAR (1961)
Marchantiales	<i>Riccia glauca</i>	SQS	DVS	SMITH (1955)
Anthocerotales	<i>Anthoceros laevis</i>	DVS	DVS	SMITH (1955)
Sphagnales	<i>Sphagnum subsecundum</i>	ZGS	DVS	BRYAN (1915)
Sphagnales	<i>Sphagnum subsecundum</i>	ZGS	DVS	SMITH (1955)
Andreaeales	<i>Andreaea rupestris</i>	ZGS	DVS	SMITH (1955)
Bryales		ZGS	DVS	PARIHAR (1961)
Bryales	<i>Cyathophorum bulbosum</i>	ZGS	DVS	BURR (1939)

Tab. VI Die Zellteilungsweisen auf der ersten und zweiten Periode der Archegonien

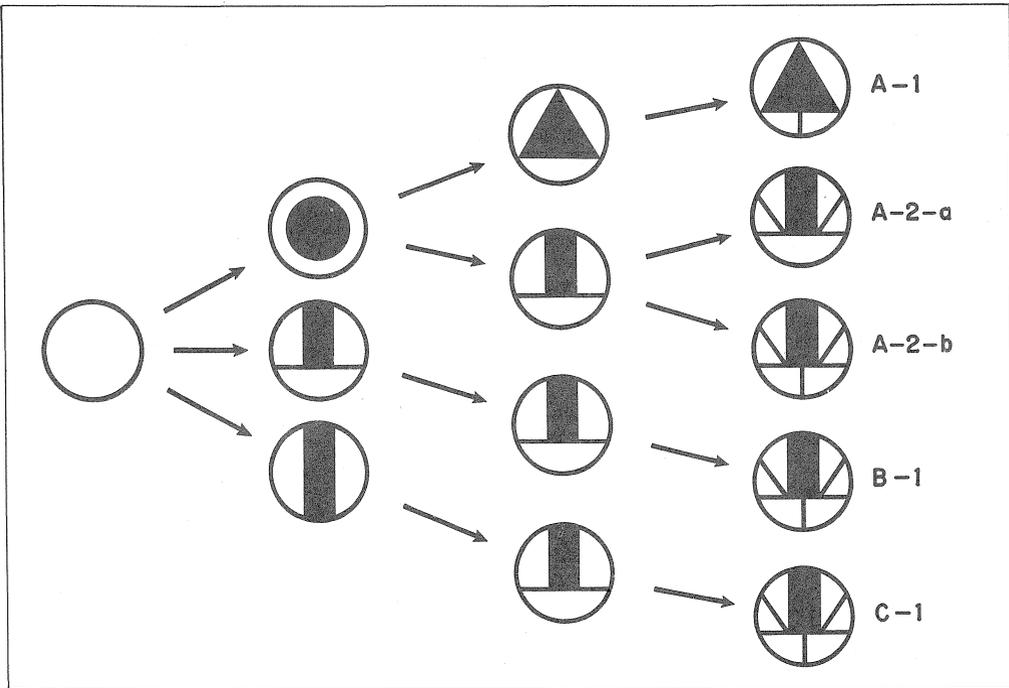


Abb. IV Imaginäres Bild von der gegenseitige Beziehung unter den Archegonien der Pflanzengruppen auf Grund der Zellteilungsweisen der ersten und der zweiten Periode

Periode. In der ersten Periode werden die Zellteilungsweisen der Archegonien in drei Typen, nämlich dem SQS-, DVS- und ZGS-Typ, geteilt. In der zweiten Periode wird die Gruppe der SQS-Typ in DGS- und DVS-Typ geteilt, d.h., Metzgeriales und Jungermanniales gehören zur Gruppe A-2-a, während Sphaerocarpales und Marchantiales zur Gruppe A-2-b, Anthocerotales zur Gruppe B, und Sphagnales, Andreaeales und Bryales zur Gruppe C gehören.

(2) Über die Zellteilungsweise des Antheridiums

Über die Differenzierungsweise des Antheridiums haben die Jackettsinitiale und die axiale Zelle beobachtet werden können (Tab. VII). Das jüngere Antheridium der Calobryales ist aus drei Jackettsinitialen und einer axialen Zelle zusammengesetzt. Die jüngeren Antheridien der Sphaerocarpales, Marchantiales und Anthocerotales sind aus vier Jackettsinitialen und vier axialen Zellen zusammengesetzt, während die Antheridien der Jungermanniales, Metzgeriales, Sphagnales, Andreaeales und Bryales aus vier Jackettsinitialen und zwei axialen Zellen zusammengesetzt sind.

Im Vergleich mit dem Vorhergehenden machen wir zu der Erklärung unseres Gesichtspunkts auf Grund der Zellteilungsweise eine Tabelle zur Probe (Tab. VIII). Es mag sein, daß in der jüngeren Antheridien die Zellteilungsweise je nach dem, wie es in

Calobryales	Sphaerocarpales	Marchantiales
Jungermanniales	Metzgeriales	Anthocerotales
Sphagnales	Andreaeales	Bryales

Tab. VII Die gegenseitige Beziehung unter den Antheridien der Pflanzengruppen auf Grund der Jackettsinitialen und der axialen Zellen

der Periode ist, verschieden ist. Die Zellteilungsweise des Antheridiums der Calobryales mag der SQS-Typ in der ersten Periode, aber der DGS-Typ in der zweiten Periode sein. Von der Metzgeriales und Jungermanniales mögen die Zellteilungsweise der Antheridien in der ersten Periode der SQS-Typ, und der VGS-Typ in der zweiten Periode sein. Die Zellteilungsweise der Antheridien von der Sphaerocarpales, Marchantiales und Anthocerotales mögen in der ersten Periode der SQS-Typ und in der zweiten Periode der VRS-Typ sein. Von der Sphagnales, Andreaeales und Bryales mögen die Zellteilungsweise der Antheridien in der ersten Periode der ZGS-Typ und in der zweiten Periode der VGS-Typ sein.

Ordnungen	Arten	Zellteilungsweisen		Verfasser
		Erste Periode	Zweite Periode	
Calobryales	<i>Calobryum blumei</i>	SQS	DGS	SMITH (1955)
Metzgeriales	<i>Fossombronina angulosa</i>	SQS	VGS	SMITH (1955)
Jungermanniales		(SQS)	VGS	PARIHAR (1961)
sphaerocarpales	<i>Sphaerocarpos cristatus</i>	SQS	VRS	SMITH (1955)
Sphaerocarpales	<i>Riella affinis</i>	SQS	VRS	SMITH (1955)
Marchantiales	<i>Riccia glauca</i>	SQS	VRS	SMITH (1955)
Anthocerotales	<i>Anthoceros</i>	SQS	VRS	PROSKAUER (1948)
Anthocerotales	<i>Anthoceros fusiformis</i>	SQS	VRS	SMITH (1955)
Sphagnales	<i>Sphagnum acutifolium</i>	(ZGS)	VGS	MELIN (1915)
Sphagnales	<i>Sphagnum subsecundum</i>	ZGS	VGS	SMITH (1955)
Bryales	<i>Fumaria hygrometrica</i>	ZGS	VGS	CAMPBELL (1918)

Tab. VIII Die Zellteilungsweisen auf der ersten und zweiten Periode der Antheridien

Ein imaginäre gegenseitige Beziehung unter den Antheridien der Pflanzengruppen auf Grund der Zellteilungsweisen der ersten und der zweiten Perioden scheint wie Abb. V sein. In der ersten Periode werden die Zellteilungsweisen der Antheridien in zwei Typen, in SQS- und ZGS-Typ, geteilt. In der zweiten Periode wird die Gruppe des SQS-Typs in die Gruppe A-1 mit ungleichartiger Zellteilung und die Gruppe A-2 mit gleichartiger Zellteilung geteilt, während die Gruppe A-2 in die Gruppe A-2-a des VGS-Typs und A-2-b des VRS-Typs geteilt wird.

Das Antheridium der Calobryales gehört zur Gruppe A-1, Metzgeriales und Jungermanniales gehören zur Gruppe A-2-a; Weiter gehören Sphaerocarpales, Marchantiales und Anthocerotales zur Gruppe A-2-b, und Sphagnales, Andreaeales und Bryales zur Gruppe B.

Ein imaginäre gegenseitige Beziehung unter den Geschlechtsorganen der Pflanzengruppen auf Grund der Zellteilungsweisen der ersten und der zweiten Perioden

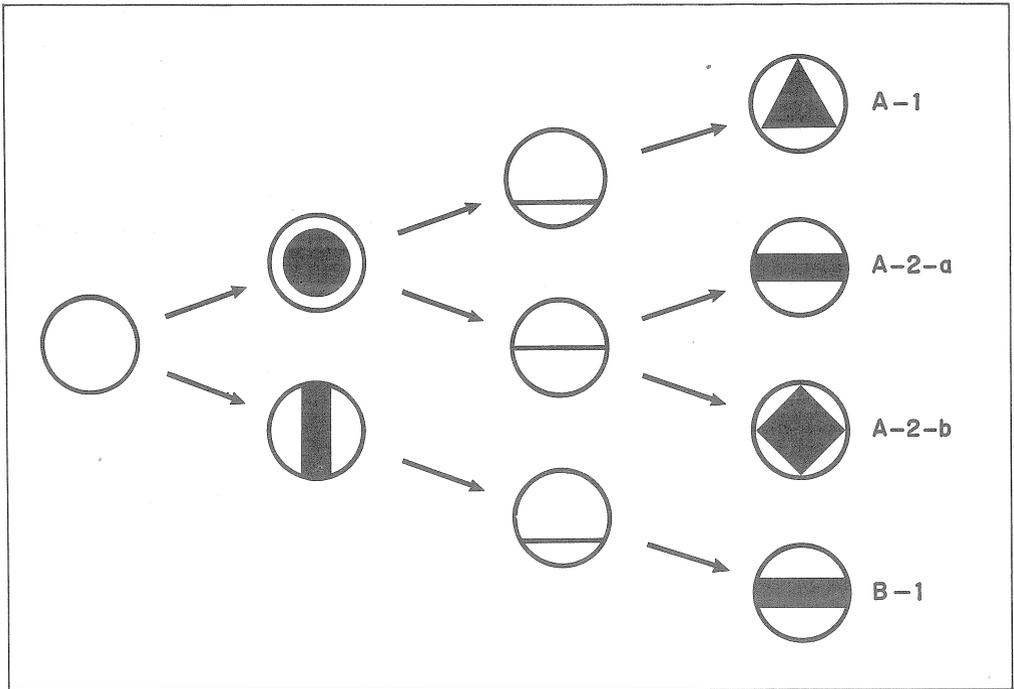


Abb. V Imaginäres Bild von der gegenseitige Beziehung unter den Antheridien der Pflanzengruppen auf Grund der Zellteilungsweisen der ersten und der zweiten Periode

kann wie Abb. VI gezeigt werden. In der ersten Periode werden die Zellteilungsweisen der Geschlechtsorgane in drei Gruppen, d.h. in A-, B- und C-Gruppe geteilt. Das Archegonium und das Antheridium der Gruppe A zeigten beide den SQS-Typ, und die beiden Geschlechtsorgane der Gruppe B zeigt auch den ZGS-Typ. In der Gruppe C zeigt das Archegonium den DVS-Typ, und zeigt das Antheridium den SQS-Typ. In der zweiten Periode wird die Gruppe des SQS-Typs in drei Gruppen A-1, A-2-a und A-2-b geteilt. In der zweiten Periode gehört Calobryales zu der Gruppe A-1, dessen Archegonium und Antheridium beide den DGS-Typ zeigen. In der zweiten Periode gehören Metzgeriales und Jungermanniales zur Gruppe A-2-a, dessen Archegonium den DVS-Typ zeigt und, dessen Antheridium den VGS-Typ zeigt. Sphaerocarpaceales und Marchantiales gehören zur Gruppe A-2-b, dessen Archegonium den DVS-Typ zeigt und, dessen Antheridium den VRP-Typ zeigt. Sphaerocarpaceales, Andreaeales und Bryales gehören zu der Gruppe B, dessen Zellteilungsweisen des Archegoniums und des Antheridiums in der ersten Periode denselben Typ zeigen, doch in der zweiten Periode ist die Zellteilungsweise des Archegoniums der DVS-Typ, und diese des Antheridiums der VGS-Typ. Anthocerotales gehört zu der Gruppe C, dessen Zellteilungsweisen des Archegoniums in der ersten und auch zweiten Periode der DVS-Typ ist, aber die Zellteilungsweise des Antheridiums in der ersten Periode der SQS-Typ ist, und in der zweiten Periode der VRP-Typ, d.h., in der ersten und der zweiten Periode sind die Zellteilungsweisen des Archegoniums und

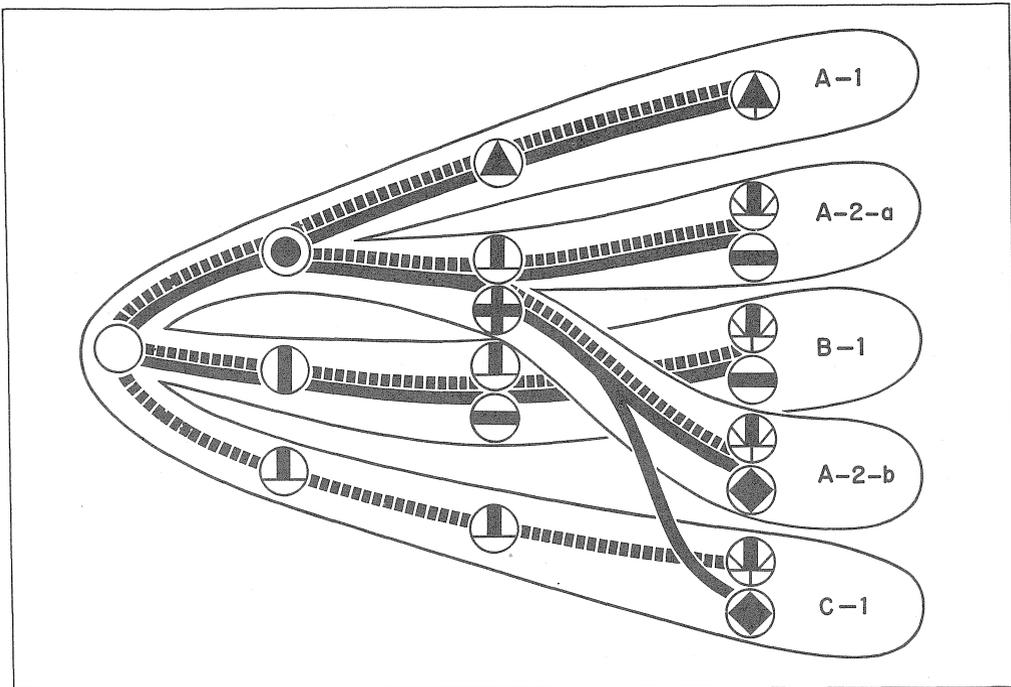


Abb. VI Imaginäres Bild von der gegenseitige Beziehung unter den Geschlechtsorganen der Pflanzengruppen auf Grund der Zellteilungsweise der ersten und der zweiten Periode
 Punktierter Linie: Differenzierungsprozeß des Archegoniums
 Linie: Differenzierungsprozeß des Antheridiums

des Antheridiums miteinander verschieden.

VI. Die Zellteilungsweise der Sporophyten

Nach den fortlaufenden Zellteilungen ist die Zygote aus der Kapselinitiale, Stengelinitiale und Fußinitiale zusammengesetzt. Die Kapselinitiale u.s.w. differenzieren sich jede für sich durch die verschiedenen Zellteilungsweisen. Zum Beispiel teilen sich die Zygote der *Sphaerocarpos cristatus* nach der Zellteilungsweise des SQS-Typs und bilden die Kapselinitiale u.s.w. Diese Periode heißt die erste Periode. Die Kapselinitiale beginnt sich nach der Zellteilungsweise des VRP-Typ zu teilen, und die Periode heißt die zweite Periode. Wir machen zu der Erklärung des Gesichtspunkts der Zellteilungsweise eine Tabelle zur Probe (Tab. IX).

Die Zellteilungsweisen der Sporophyten der Sphaerocarpaceales, Metzgeriales, Jungermanniales, Marchantiales mögen der SQS-Typ in der ersten Periode, aber der VRP-Typ in der zweiten Periode sein. Die Zellteilungsweise der Sporophyten von der Sphagnales mag der SQS-Typ in der ersten Periode, aber der VRG-Typ in der zweiten Periode sein. Von der Marchantiales, Anthocerotales mögen die Zellteilungsweisen der Sporophyten der VRS-Typ in der ersten Periode, aber der VRP-Typ in der zweiten

Ordnungen	Arten	Zellteilungsweisen		Verfasser
		Erste Periode	Zweite Periode	
Sphaerocarpaceales	<i>Sphaerocarpos cristatus</i>	SQS	VRP	SMITH (1955)
Metzgeriales	<i>Fossombronina pusilla</i>	SQS	VRP	CHALAUD (1929)
Metzgeriales	<i>Riccardia pinguis</i>	SQS	VRP	CLAPP (1912)
Jungermanniales	<i>Porella epiphylla</i>	SQS	VRP	HOFMEISTER (1851)
Jungermanniales	<i>Porella bolanderi</i>	SQS	VRP	CAMPBELL (1917)
Jungermanniales	<i>Frullania dilatata</i>	SQS	VRP	CAVERS (1910)
Jungermanniales	<i>Plagiochila adiantoides</i>	SQS	VRP	SMITH (1955)
Marchantiales	<i>Targionia hypophylla</i>	SQS	VRP	SMITH (1955)
Marchantiales	<i>Corsinia coriandrina</i>	VRS	VRP	MEYER (1912)
Marchantiales	<i>Riccia glauca</i>	VRS	VRP	SMITH (1955)
Anthocerotales	<i>Anthoceros</i>	VRS	VRP	CAMPBELL (1917)
Anthocerotales	<i>Anthoceros laevis</i>	VRS	VRP	SMITH (1955)
Sphagnales	<i>Sphagnum subsecundum</i>	SQS	VRG	BRYAN (1920)
Andreaeales	<i>Andreaea</i>	ZGS	VRG	WALDNER (1887)
Bryales	<i>Funaria hygrometrica</i>	ZGS	VRG	PARIHAR (1961)

Tab. IX Die Zellteilungsweisen auf der ersten und zweiten Periode der Sporophyten

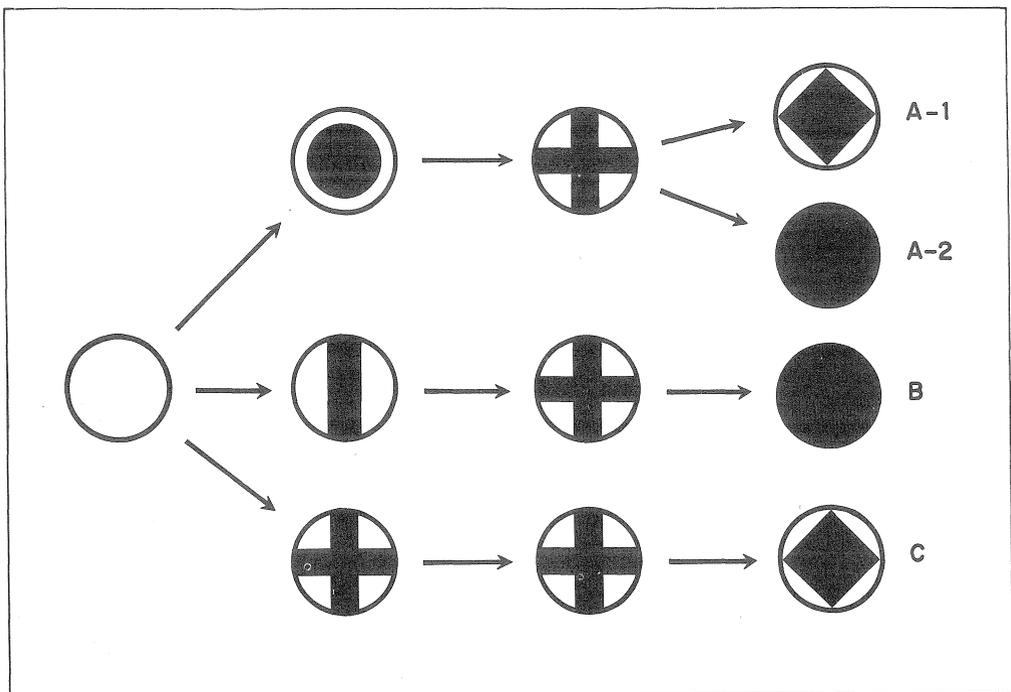


Abb. VII Imaginäres Bild von der gegenseitige Beziehung unter den Sporophyten der Pflanzengruppen auf Grund der Zellteilungsweisen der ersten und der zweiten Periode

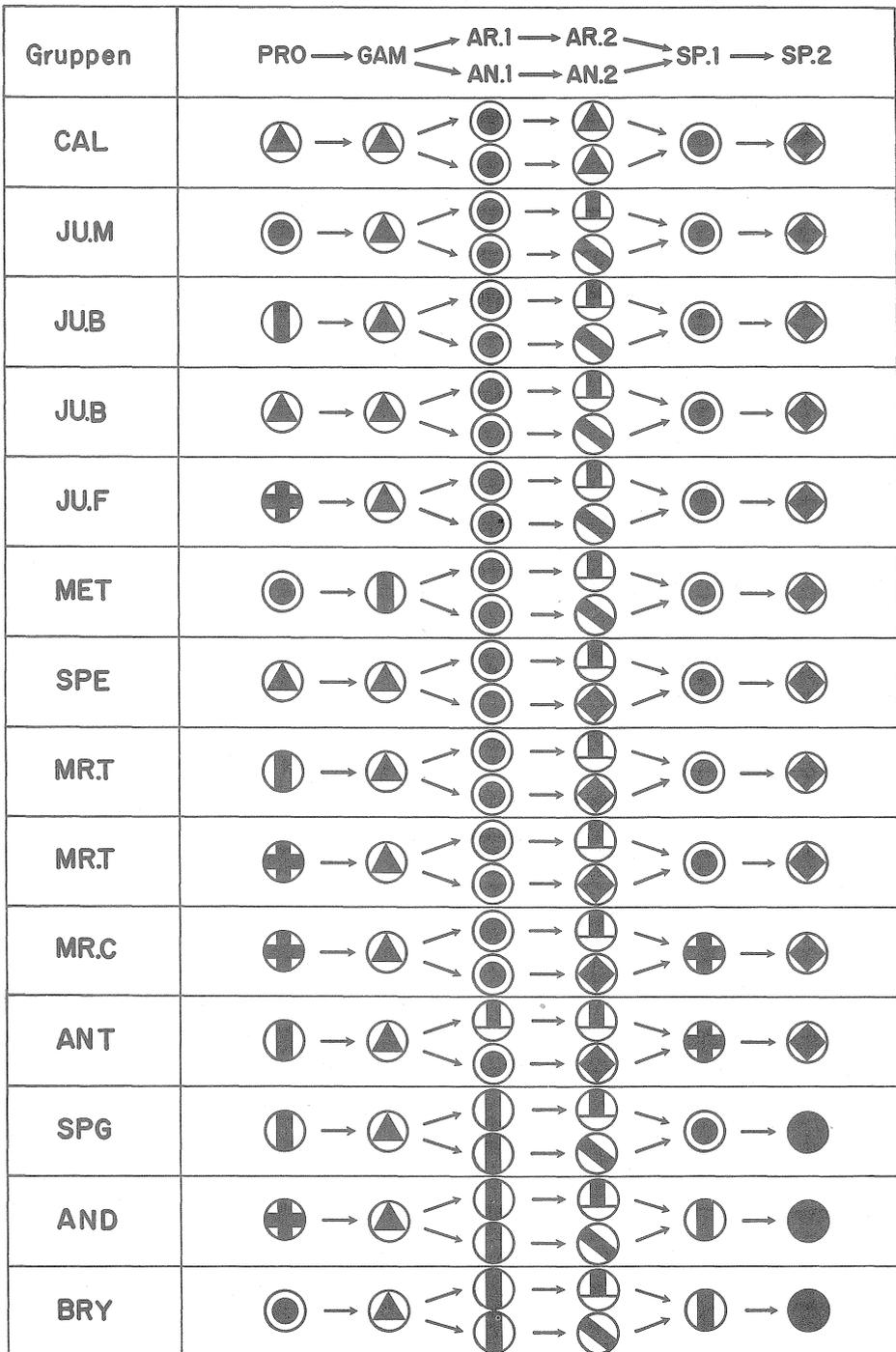
Periode sein. Die Zellteilungsweisen der Sporophyten der Andreaeales und Bryales mögen der ZGS-Typ in der ersten Periode, aber der VRG-Typ in der zweiten Periode sein.

Ein imaginäre gegenseitige Beziehung unter den Sporophyten jeder Pflanzengruppe auf Grund der Zellteilungsweisen der ersten und der zweiten Periode zeigt wohl Abb. VII. In der ersten Periode werden die Zellteilungsweisen der Sporophyten in drei Typen, in SQS-, ZGS- und VRS-Typ, geteilt. In der zweiten Periode wird die Gruppe des SQS-Typs zur Gruppe A-1 mit dem VRP-Typ und zur Gruppe A-2 mit dem VRG-Typ geteilt.

VII. Der Wechsel der Zellteilungsweise für die ganze Lebensgeschichte der Pflanzenart und die systematische Forschung

Die Zellteilungsweisen der Protonema, der Gametophyten, der Archegonien, der Antheridien und der Sporophyten im Anfang sind beobachtet worden. Das wesentliche charakteristische Merkmal einer Pflanzenart, das für das ganze Leben gehalten werden mag, mag für die Pflanzenart eigentümlich sein. In Tab. X sind die Zellteilungsweisen, die bisher beobachtet wurden, gemäß der Lebensgeschichte in Ordnung gebracht. Die Lebensgeschichte ist in Protonema-, Gametophyt-, Geschlechtsorgan-1-, Geschlechtsorgan-2-, Sporophyt-1- und Sporophyt-2.-Periode geteilt und beobachtet worden.

Wir können das Hauptgewicht auf die Ordnung dieser Lebensgeschichte legen und die Zellteilungsweisen jeder Periode nach der Systematik untersucht. Die Lebensgeschichte der Bryophyten kann in drei Perioden, in Gametophyten-, Geschlechtsorgane- und Sporophyten-Periode geteilt werden. Es braucht die Verteilungsmethode nachgeprüft werden, was eine zukünftige Aufgabe sein soll. Wir versuchen viel Gewicht auf die Zellteilungsweisen des Anfangs jeder Periode zu legen und zu beobachten, denn man kann glauben, daß die Zellteilungsweisen des Anfangs in jeder Periode der Lebensgeschichte große Einflüsse auf die Differenzierung der Initialen ausüben. Die Zellteilungsweisen werden nach der Zahl der Initialen in vier Typen, ursprünglich einteilige Zellteilungsweise(EUZ), ursprünglich zweiteilige Zellteilungsweise(ZUZ), ursprünglich dreiteilige Zellteilungsweise(DUZ) und ursprünglich vierteilige Zellteilungsweise(VUZ) geteilt. Wenn die Zellteilungsweisen in den Anfängen der drei Perioden der Lebensgeschichte PRO, GO.1 und SP.1 in die vier Typen, EUZ, ZUZ, DUZ und VUZ geteilt und beobachtet werden, mögen die Formen des Wechsels der Zellteilungsweisen wie in Tab. XI werden. Wenn wir die Zellteilungsweisen, die sich auf die 1-Form beziehen, in Ordnung bringen, wird der Wechsel der Zellteilungsweise wie in Abb. VIII-A vermutet. Die Zahl der Linien in der Abb. VIII-A zeigt die Zahl des Exempels. In der GAM-Periode sind die Zellteilungsweisen EUZ-, ZUZ-, DUZ- und VUZ-Typ. In der GO.1- und SP.1-Periode sind die Zellteilungsweisen nur EUZ-Typ. Man kann schließen, daß die Zellteilungsweise der GAM-Periode sich von der fundamentalen Form EUZ-EUZ-EUZ mannigfaltig variiert. Wir wollen Betrachtungen über den Wechsel der Zellteilungsweise anstellen, nachdem wir die Zellteilungsweise nach unserem Gesichtspunkt beobachtet haben. Die Pflanzengruppen, deren Wechsel der



Tab. X Der Wechsel der Zellteilungsweisen für die ganze Lebensgeschichte der Pflanzengruppen

Formen	Protonema-Periode	Geschlechtsorgan-1.-Periode	Sporophyt-1.-Periode
1-Form	EUZ	EUZ	EUZ
2-Form	ZUZ	ZUZ	ZUZ
3-Form	DUZ	DUZ	DUZ
4-Form	VUZ	VUZ	VUZ

Tab. XI Die grundsätzlichen Formen des Wechsels der Zellteilungsweise in Protonema-, Geschlechtsorgan-erste- und Sporophyt-erste-Periode

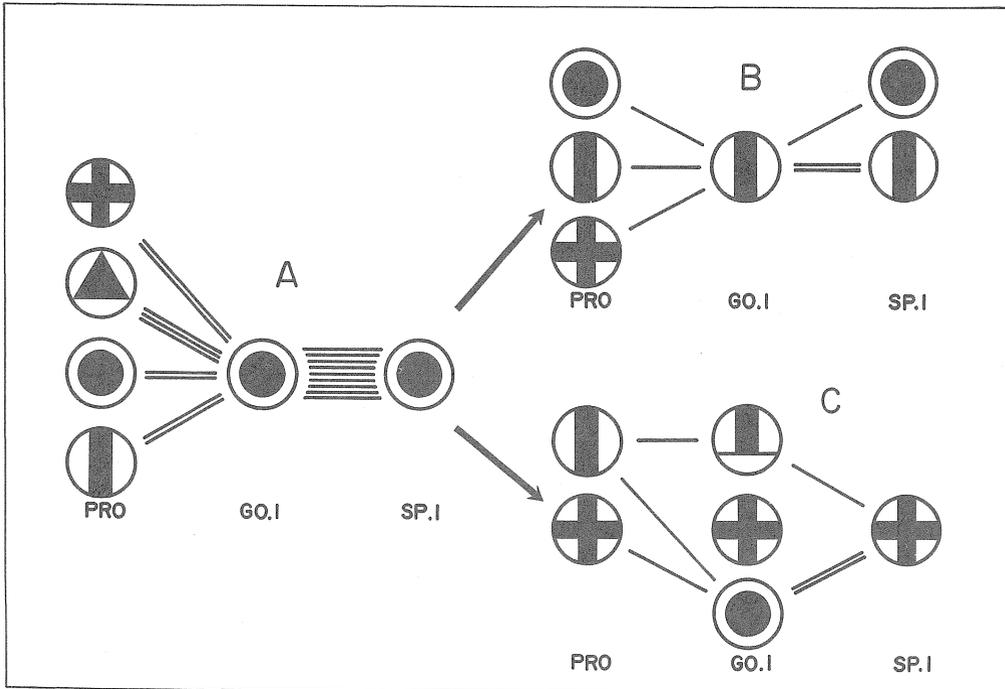


Abb. VIII Der Wechsel der Zellteilungsweise für die ganze Lebensgeschichte der Pflanzengruppen

Zellteilungsweise die Form der Abb. VIII-A ist, sind Calobryales, Sphaerocarpales, Jungermanniales und Marchantiales(Targioniaceae).

Wenn wir die Zellteilungsweisen, die sich auf die 2-Form beziehen, in Ordnung bringen, wird der Wechsel der Zellteilungsweise wie in Abb. VIII-B vermutet. In der GAM-Periode werden die Zellteilungsweisen EUZ-, ZUZ- und VUZ-Typ. In der GO.1-Periode ist die Zellteilungsweise nur ZUZ-Typ. In der SP.1-Periode sind die Zellteilungsweisen EUZ- und ZUZ-Typ. Es kann der Gegenstand zu sein denken, daß die Zellteilungsweisen der GAM- und SP.1-Periode sich von der fundamentalen Form ZUZ-ZUZ-ZUZ, umgebildet ist. Die Pflanzengruppen, deren Wechsel der Zellteilungsweise die Form der Abb. VIII-B ist, sind Sphagnales, Andreaeales und Bryales.

Wenn wir die Zellteilungsweisen, die sich auf die 4-Form beziehen, in Ordnung bringen,

wird der Wechsel der Zellteilungsweise wie in Abb. VIII-C vermutet. In der GAM-Periode sind die Zellteilungsweisen ZUZ- und VUZ-Typ. In der GO.1-Periode sind die Zellteilungsweisen DUZ- und EUZ-Typ, und gibt es nicht der VUZ-Typ. In der SP.1-Periode ist die Zellteilungsweise nur VUZ-Typ. Es ist sehr wahrscheinlich, daß sich die Zellteilungsweisen der GAM- und GO.1-Periode von der fundamentalen Form VUZ-VUZ-VUZ, formen lassen, und dann zeigen die Zellteilungsweisen der GO.1-Periode alle DUZ- oder EUZ-Typ, so daß man nicht die Zellteilungsweise der VUZ-Typ und die Form VUZ-VUZ-VUZ sehen kann. Obwohl es die Zellteilungsweise der DUZ-Typ gibt, kann man auch die Form DUZ-DUZ-DUZ nicht sehen. Die Pflanzengruppen, deren Wechsel der Zellteilungsweise die Form der Abb. VIII-C ist, sind Anthocerotales und Marchantiales(Ricciaceae).

Die gegenseitigen Beziehungen unter den Typen EUZ, ZUZ, DUZ und VUZ in Betracht ziehend, sind die Zellteilungsweisen in der ersten und der zweiten Periode jeder Pflanzengruppe in die folgende Liste eingeschrieben (Tab. XII).

Zahl der Initialen (Typen)	Zellteilungsweisen (Typen)	Erste Periode (Gruppen)	Zweite Periode (Gruppen)
EUZ	SQS	34	0
ZUZ	ZGS	12	1
DUZ	DGS	3	15
	DVS	1	13
VUZ	VGS	0	8
	VRS	6	16
	VRG	0	3

Tab. XII Die Verbreitung von der Zellteilungsweisen in der ersten und der zweiten Periode der Pflanzengruppe auf Grund der Teilung der Zahl der Initialen

Durch die Tab. XII stellen sich die Zellteilungsweisen in der ersten Periode als mehrere Beispiele der EUZ und ZUZ Typ heraus, aber weit weniger Beispiele der DUZ und VUZ Type. Im Vergleich mit der Sache stellen sich die Zellteilungsweisen in der zweiten Periode als mehrere Beispiele der DUZ und VUZ Typen heraus, aber sehr weniger Beispiele der EUZ und ZUZ Typen. Es ist sehr möglich, daß die Zellteilungsweisen der EUZ und ZUZ Typen in der ersten Periode sich von dem DUZ und dem VUZ Typ in der zweiten Periode differenzieren.

Aus den gegenseitigen Beziehungen unter der SQS, ZGS, DGS, DVS, VGS, VRS und VRG Typen (Abb. III) können die Richtungen EUZ→ZUZ→DUZ und EUZ→VUZ gefolgert werden. Daraus wäre zu schließen, daß die gegenseitige Beziehung unter den A, B und C Formen die Richtungen A→B und A→C wie in Abb. VIII zeigen. Wir wollen die gegenseitigen Beziehungen unter den Pflanzengruppen betrachten, indem wir aus dem

SP2	SP.1	GO.2	GO.1	GAM	PRO	NO.1
⊙	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙	CAL
⊙	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙	JUM
⊙	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙	JU.B
⊙	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙	JU.B
⊙	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙	JU.F
⊙	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙	MET
⊙	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙	SPE
⊙	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙	MAT
⊙	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙	MAT
⊙	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙	MAR
⊙	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙	ANT
⊙	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙	SPG
⊙	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙	AND
⊙	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙	BRY

SP.1	SP.2	GO.1	GO.2	GAM	PRO	NO.2
⊙	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙	CAL
⊙	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙	SPE
⊙	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙	MAT
⊙	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙	MAT
⊙	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙	MET
⊙	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙	JUM
⊙	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙	JU.B
⊙	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙	JU.B
⊙	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙	JU.F
⊙	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙	SPG
⊙	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙	AND
⊙	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙	BRY
⊙	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙	MAR
⊙	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙	ANT

GO.1	GO.2	SP.1	SP.2	GAM	PRO	NO.3
⊙	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙	CAL
⊙	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙	JUM
⊙	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙	JU.B
⊙	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙	JU.B
⊙	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙	JU.F
⊙	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙	MET
⊙	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙	SPE
⊙	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙	MAT
⊙	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙	MAT
⊙	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙	MAR
⊙	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙	ANT
⊙	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙	SPG
⊙	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙	AND
⊙	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙	BRY

GO.1	SP.1	GO.2	PRO	GAM	SP.2	NO.4
⊙	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙	CAL
⊙	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙	JUM
⊙	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙	MET
⊙	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙	JU.B
⊙	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙	JU.B
⊙	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙	JU.F
⊙	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙	SPE
⊙	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙	MAT
⊙	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙	MAT
⊙	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙	MAR
⊙	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙	ANT
⊙	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙	SPG
⊙	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙	AND
⊙	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙	BRY

GO.1	SP.1	GO.2	PRO	SP.2	GAM	NO.5
⊙	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙	CAL
⊙	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙	JUM
⊙	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙	MET
⊙	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙	JU.B
⊙	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙	JU.B
⊙	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙	JU.F
⊙	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙	SPE
⊙	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙	MAT
⊙	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙	MAT
⊙	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙	MAR
⊙	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙	ANT
⊙	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙	SPG
⊙	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙	AND
⊙	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙	BRY

GO.2	SP.1	SP.2	GO.1	PRO	GAM	NO.6
⊙	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙	CAL
⊙	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙	SPE
⊙	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙	MAT
⊙	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙	MAT
⊙	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙	MAR
⊙	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙	ANT
⊙	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙	JUM
⊙	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙	MET
⊙	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙	JU.B
⊙	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙	JU.B
⊙	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙	JU.F
⊙	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙	SPG
⊙	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙	AND
⊙	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙	BRY

Tab. XIII Die verschiedenen gegenseitige Beziehungen unter den Pflanzengruppen auf Grund der Wechsel der Zellteilungsweise für die ganze Lebensgeschichte

GO2	GO.1	GAM	PRO	SP.1	SP.2	NO.1
⊙	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙	CAL
⊙	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙	SPE
⊙	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙	MAT
⊙	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙	MAT
⊙	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙	MAR
⊙	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙	ANT
⊙	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙	JUM
⊙	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙	JU.B
⊙	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙	JU.B
⊙	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙	JU.F
⊙	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙	MET
⊙	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙	SPG
⊙	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙	AND
⊙	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙	BRY

GO2	SP.1	GAM	PRO	GO.1	SP.2	NO.2
⊙	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙	CAL
⊙	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙	SPE
⊙	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙	MAT
⊙	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙	MAT
⊙	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙	MAR
⊙	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙	ANT
⊙	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙	JUM
⊙	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙	JU.B
⊙	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙	SPG
⊙	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙	JU.B
⊙	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙	JU.F
⊙	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙	MET
⊙	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙	AND
⊙	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙	BRY

PRO	GAM	GO.1	GO.2	SP.1	SP.2	NO.3
⊙	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙	BRY
⊙	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙	JUM
⊙	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙	MET
⊙	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙	JU.B
⊙	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙	MAT
⊙	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙	ANT
⊙	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙	SPG
⊙	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙	CAL
⊙	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙	JU.B
⊙	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙	SPE
⊙	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙	JU.F
⊙	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙	MAT
⊙	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙	MAR
⊙	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙	AND

PRO	GAM	GO.2	GO.1	SP.1	SP.2	NO.4
⊙	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙	BRY
⊙	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙	JUM
⊙	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙	MET
⊙	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙	JU.B
⊙	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙	SPG
⊙	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙	MAT
⊙	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙	ANT
⊙	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙	CAL
⊙	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙	JU.B
⊙	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙	SPE
⊙	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙	MAT
⊙	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙	MAR
⊙	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙	JU.F
⊙	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙	AND

SP.1	PRO	GAM	GO.1	GO.2	SP.2	NO.5
⊙	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙	CAL
⊙	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙	JU.B
⊙	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙	SPE
⊙	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙	MAT
⊙	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙	JU.B
⊙	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙	SPG
⊙	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙	MAT
⊙	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙	JU.F
⊙	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙	MET
⊙	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙	JUM
⊙	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙	AND
⊙	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙	BRY
⊙	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙	MAR
⊙	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙	ANT

PRO	GO.2	GO.1	GAM	SP.1	SP.2	NO.6
⊙	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙	JUM
⊙	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙	MET
⊙	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙	BRY
⊙	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙	JU.B
⊙	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙	SPG
⊙	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙	ANT
⊙	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙	MAT
⊙	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙	CAL
⊙	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙	JU.B
⊙	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙	SPE
⊙	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙	JU.F
⊙	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙	AND
⊙	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙	MAR
⊙	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙	MAT

Tab. XIV Die verschiedene gegenseitige Beziehungen unter den Pflanzengruppen auf Grund der Wechsel der Zellteilungsweisen für die ganze Lebensgeschichte

Gesichtspunkt der Zellteilungsweisen der Bryophyten beobachten; die Zellteilungsweise soll hier nur eine systematische Frage sein.

Und wenn wir nur auf Grund der Zellteilungsweisen betrachten, ohne die Ordnung dieser Lebensgeschichte in Betracht zu ziehen, kann die gegenseitige Beziehung unter den Pflanzengruppen von 12 Sorten wie Tab. XIII und Tab. XIV angenommen werden. Die Tabelle XIII und Tabelle XIV-Nr.1 haben darin etwas Gemeinsames, daß die Bryophyten in die sechs Gruppen, Calobryales-Gruppe, Jungermanniales-Metzgeriales-Gruppe, Sphaerocarpaceales-Marchantiales(Targioniaceae)-Gruppe, Anthocerotales-Gruppe, Sphagnales-Gruppe und Andreaeales-Bryales-Gruppe geteilt wird. In der Tab. XIII-Nr.1 und Tab. XIII-Nr.6 sind Anthocerotales und Marchantiales (Ricciaceae) zu derselben Gruppe geordnet worden. In der Tab. XIII-Nr. 2, Tab. XIII-Nr. 4 und Tab. XIII-Nr. 5, ist Marchantiales(Ricciaceae) von der Anthocerotales abgesondert. In der Tab. XIII-Nr. 2 sind Sphaerocarpaceales, Marchantiales, Metzgeriales und Jungermanniales zu derselben Gruppe geordnet worden. In der Tab. XIII-Nr. 3 und Tab. XIV-Nr. 1 sind Marchantiales(Targioniaceae) und Marchantiales(Ricciaceae) zu derselben Gruppe geordnet worden, während Sphagnales, Andreaeales und Bryales zu derselben Gruppe geordnet worden sind. Diese Exempel haben eine gewisse Ähnlichkeit mit der Systematik, die viele Gelehrte im allgemeinen brauchen. Die weitläufige verwandten Pflanzengruppen sind zusammen zu derselben Gruppe geordnet. Jungermanniales und Sphagnales(Tab. XIV-Nr. 2), Jungermanniales und Marchantiales (Tab. XIV-Nr. 3 und Tab. XIV-Nr. 5), Jungermanniales und Bryales(Tab. XIV-Nr. 4 und Tab. XIV-Nr. 6), Jungermanniales und Andreaeales(Tab. XIV-Nr. 4 und Tab. XIV-Nr. 6) sind zu der einen Gruppe bestimmt worden.

Die Pflanzengruppen, die zur Jungermanniales geordnet worden sind, sind in zwei oder vier Gruppe geteilt worden(Tab. XIV-Nr. 3~6). Tab. XIII und Tab. XIV-Nr. 1 haben viel Gemeinsames. Aus diesen Tabellen haben wir die systematische Stellung der Marchantiales in der Hepaticae, die systematische Stellung der Sphagnales in der Musci und diejenige der Calobryales in der Bryophyten betrachtet.

Schriften

- AMAKAWA, T. and S. SHIMOSE (1965) The spore- and gemma-germination of some species of the genus *Cololejeunea*. Journ. Hattori Bot. Lab. 28 : 1-16
- ANDERSON, L. E. and M. R. CROSBY (1965) The protonema of *Sphagnum meridense* (HAMP.) C. MUELL. Bryologist 68 : 47-54
- BERTHIER, J. (1970a) Organisation à laiselle des feuilles chez les Bryophytes. Bull. Soc. bot. Fr. 117 : 171-182
- , et C. HÉBANT (1970b) Phyllogénèse, nématogénèse et caulogénèse au niveau des initiales superficielles secondaires des mousses. Rev. Bryol. et Lichénol. 37 : 877-930
- , J. GALTIER, C. HÉBANT et R. HÉBANT-MAURI (1971a) Botanique -Remarques sur la ramification de la stipe chez les mousses s. str. (Bryopsida) Comparaison avec certains

- végétaux vasculaires anchaïques.
- (1971b) Ramification du *Takakia* HATT. et INOUE morphogenese des Cormophytes. Bull. Soc. bot. Fr. Memoires : 29-39
- BISCHLER, H., H. A. MILLER et C. E. B. BONNER (1961) Studies in Lejeuneaceae III. A historical account of *Lejeunea cucullata* (REINW. BL. et NEE.) NEE. and its varieties. Nova Hedwigia 3 : 445-462
- , ——— et ——— (1962a) ——— IV. The typification of the genus *Microlejeunea*. Nova Hedwigia 4 : 173-187
- (1962b) The genus *Calypogeia raddi* in central and south America II. Subgenus *Calypogeia*, subgroups 1, 2 and 3. Candollea 18 : 53-93
- (1962c) ——— III. Subgenus *Calypogeia*, subgroups 4 and 5. Candollea 18 : 95-128
- , C. E. B. BONNER et H. A. MILLER (1966) Studies in Lejeuneaceae VII. The typification of the genus *Drepanolejeunea*. Nova Hedwigia 10 : 589-598
- (1968) Notes sur l'anatomie des amphigastres et sur le développement du paramphigastre et des rhizoïdes chez *Drepano-*, *Rhaphido-* et *Lepto-lejeunea*. Rev. Bryol. Lichénol. 36 : 45-55
- (1969) Le genre *Leptolejeunea* (SPRUCE) STEP. en Amérique. Nova Hedwigia 17 : 265-350
- (1970) Les espèces du genre *Calypogeia* sur le continent africain et les îles africaines. Rev. Bryol. Lichénol. 37 : 63-134
- BONNT, E.-J. (1967) Sur la structure de l'apex du gametophyte feuillé de la mousse *Anomodon viticulosus* (L.) HOOK. et TAYL. Bull. Soc. bot. Fr. 114 : 4-11
- BROTHERUS, V. F. (1924) ENGLER-PRANTL, die natürlichen Pflanzenfamilien 10 : Leipzig
- CASE, M. E. and S. L. MEYER (1950) Physiological studies on mosses. IX An analysis of the spore germination pattern in *Physcomitrium turbinatum*. Bryologist 53 : 249-252
- CHANG, S. F. (1969) A cytological study of spore germination of *Volvariella volvacea*. Bot. Mag. Tokyo 82 : 102-109
- DUBOIS, A. et C. HÉBANT (1968) Un *Riella nouveau* pour la France. Natur monspeliensia 19 : 43-46
- DUDA, J. (1969) *Porella gracillima* MITT. gefunden in der Sowjetunion. Trans. British Bryol. Soc. 5 : 800-801
- ELLEN, S. M. (1920) The germination of the spore of *Conocephalum conicum*. Amer. Journ. Bot. 7 : 458-464
- FREY, W. (1971) Blattentwicklung bei Laubmoose. Nova Hedwigia 20 : 463-556
- FRYE, T. C. and M. N. DUCKERING (1947) *Atrichum elamellosum* (HERZ.) FRY. et DUCKER. Bryologist 50 : 80-82
- FULFORD, M. (1947) *Leucolejeunea clypeata*-its habit and structure. Bryologist 50 : 97-112
- (1955) Sporelings, gemmalings and regeneration in *Isopaches bicrenatus* (SCHMID.) BUCH. Bryologist 58 : 317-322
- (1965) Evolutionary trends and convergence in the Hepaticae. Bryologist 68 : 1-31
- GOEBEL, K. (1898) Organographie der Pflanzen. Jena
- GREENWOOD, H. (1911) Development of *Pellia epiphylla*. Bryologist 14 : 59-70, 77-83 and 93-100
- HATCHER, R. E. (1963) Sporeling development in the genus *Lepidolaena*. Journ. Hattori Bot. Lab. 26 : 10-14
- HATTORI, S. (1966) A remarkable *Anastrophyllum* (Hepaticae) from New Guinea. Bot. Mag. Tokyo 79 : 342-344
- et M. MIZUTANI (1967) *Metacalypogeia schusterana* and *M. quelpaertensis*. Misc. Bryol. Lichenol. 4 : 121-124

- et ——— (1968a) Asiatic species of *Pseudolepicolea* (Hepaticae). Journ. Hattori Bot. Lab. 31 : 251-259
- (1968b) Hepaticae collected by P. SCHMID in Ceylon and Pakistan. Candollea 23 : 287-294
- et T. AMAKAWA (1971) A new genus *Horikawaella* (Jungermanniae), from Nepal. Misc. Bryol. Lichenol. 5 : 164-168
- HÉBANT, C. (1969) Sur l'évolution des tissus conducteurs chez les mousses s. str. (Bryopsida) une, interprétation nouvelle. Rev. Bryol. Lichénol. 36 : 729-731
- HORIKAWA, Y. et K. NEHIRA (1960) The spore germination in *Bazzania pompeana* (LAC.) MITT. HIKOBIA 2 : 109-110
- HOTTA, Y. and S. OSAWA (1958) Control of differentiation in the fern gametophyte by amino acid analogs and 8-azaguanine. Exp. Cell Resear. 15 : 85-94
- HUTCHINSON, A. H. (1915) Gametophyte of *Pellia epiphylla*. Bot. Gaz. 60 : 134-143
- INOUE, H. (1956) Studies on spore germination of Hepaticae. 1. *Trichocoleopsis sacculata* (MITT.) OKAM. Journ. Hattori Bot. Lab. 17 : 55-58
- (1957) ——— 2. *Weisnerella denudata* (MITT.) STEPH. Journ. Hattori Bot. Lab. 18 : 102-105
- (1958a) ——— 3. *Brachiolejeunea sandricensis* (GOTT.) EVANS and *Frullania hamatilola* STEPH. Journ. Jap. Bot. 33 : 6-11
- (1958b) ——— 4. *Makinoa crispata* (STEPH.) MIYAKE Bot. Mag. Tokyo 70 : 214-217
- (1959) ——— 5. *Fossombronia japonica* SCHIFFN. Bot. Mag. Tokyo 72 : 131-136
- (1960) Studies in spore germination and the earlier stages of gametophyte development in the Marchantiales. Journ. Hattori Bot. Lab. 23 : 148-191
- (1963) Young stage of the development of *Trichocoleopsis sacculata*. Journ. Jap. Bot. 38 : 250-251
- (1968) Contributions to the knowledge of the Plagiochilaceae of Southeastern Asia XI. New or little known species of *Plagiochila* from North Viet-Nam. Journ. Hattori Bot. Lab. 31 : 297-311
- (1969) ——— XIII. New species of *Plagiochila* with notes on sect. Abietinae and sect. Pecuiaires. Journ. Hattori Bot. Lab. 32 : 99-115
- (1970a) Novae Guineae Hepaticae Schusteranae. II. *Plagiochilae* species novae. Journ. Hattori Bot. Lab. 33 : 317-330
- (1970b) Bryophytes of the Bonin Islands and the Volcano Islands 2. A review of some Hepaticae previously reported. Journ. Hattori Bot. Lab. 33 : 381-389
- IWATSTKI, Z. (1959) Bryological miscellanies, VII-XI. Journ. Hattori Bot. Lab. 20 : 236-247
- (1966) Critical re-examination of the asiatic mosses reported by Sullivant and Lesquereux in 1857 and 1859. Journ. Hattori Bot. Lab. 29 : 53-69
- (1967) Critical or otherwise interesting *Fissidens* species in Japan. Journ. Hattori Bot. Lab. 30 : 91-104
- (1969a) Bryological miscellanies XIX-XX. Journ. Hattori Bot. Lab. 32 : 269-289
- (1969b) Notes on Japanese *Fissidens*. Journ. Hattori Bot. Lab. 32 : 311-318
- JOVET-AST, S. (1970) *Cyathodium africanum* MITT. au Yémen. Rev. Bryol. Lichénol. 37 : 57-62
- KACHROO, P. (1955) Sporeling germination studies in Marchantiales IV. *Targionia hypophylla* L. Journ. Hattori Bot. Lab. 15 : 70-74
- KANDA, H. (1971) *Schistostega pennata* HEDW. in Hokkaido ; its ecology and germination. HIKOBIA 6 : 60-74
- KAWAI, I. (1971) Systematic studies on the conducting tissue of the gametophyte in the Musci (2) On

- the affinity regarding the inner structure of the stem in some species of Dicranaceae, Bartramiaceae, Entodontaceae and Fissidentaceae. Ann. Rep. Bot. Garden, Kanazawa Univ. 4 : 18-39
- KITAGAWA, N. (1964) A new genus of Hepaticae from North Borneo. Journ. Hattori Bot. Lab. 27 : 178-182
- (1965) A revision of the family Lophoziaceae of Japan and its adjacent regions I. Journ. Hattori Bot. Lab. 28 : 239-291
- (1966) ——— II. Journ. Hattori Bot. Lab. 29 : 101-149
- (1967a) *Marsupellae* of Mt. Kinabalu, North Borneo. Journ. Hattori Bot. Lab. 30 : 199-204
- (1967b) Studies on the Hepaticae of Thailand I. The genus *Bazzania*, with general introduction. Journ. Hattori Bot. Lab. 30 : 249-270
- (1969a) ——— III. *Cephalozia* and *Cephaloziella*. Journ. Hattori Bot. Lab. 32 : 290-306
- (1969b) A new species of *Andrewsianthus* from North Borneo. Journ. Hattori Bot. Lab. 32 : 307-310
- (1969c) A new species of *Cololejeunea* (*Chondriolejeunea*) from Malay Peninsula. Acta Phytotax. Geobot. 23 : 184-188
- (1969d) A small collection of Hepaticae from Penang, Malaysia. Bull. Nara Educ. Univ. 18 : 27-43
- KOFLER, L. (1959) Contribution a l'étude biologique des mousses cultivées in vitro. Rev. Bryol. Lichénol. 28 : 1-202
- (1960) Facteurs physiques déterminant le sens de la spiralisation du protonéma chez *Funaria hygrometrica*. C. R. Acad. Sc. 251 : 2078-2080
- et A. CLAUDET (1961) Sensibilité géotropique des germinations de *Funaria hygrometrica* (L.) SIBTH. Rev. Bryol. Lichénol. 30 : 13-20
- , J. DUTEL and F. NURIT (1963) Variation in the geotropic sensitivity of germinating *Funaria*-Sores in response to some external influences. Journ. Linn. Soc. 58 : 311-319
- (1966) Influence du PH sur la spiralisation du protonéma de *Funaria hygrometrica* (L.) SIBTH. Rev. Bryol. Lichénol. 34 : 589-600
- (1967) Polarisation et géotropisme des spores de *Funaria hygrometrica* en présence d'hydrate de Chloral. Bull. Soc. Bot. France 138-150
- KUWAHARA, Y. (1960) The genus *Metzgeria* in Pacific Oceania. Journ. Hattori Bot. Lab. 23 : 3-28
- (1968) The production of vegetative thallus structures by female involucre of two species of *Metzgeria*. Bryologist 71 : 102-108
- (1969) Taxonomic and phytogeographic accounts of three new species of the hepatic genus *Metzgeria* from higher altitudes of New Guinea, the Philippines and Japan. Rev. Bryol. Lichénol. 36 : 531-542
- LONGTON, R. E. and S. W. GREENE (1969) Relationship between sex distribution and sporophyte production in *Pleurozium schreberi* (BRID.) MITT. Ann. Bot. 33 : 107-126
- MEHRA, P. N. (1957) A new suggestion on the origin of thallus in the Marchantiales II. The theory. Amer. Journ. Bot. 44 : 573-581
- et P. KACHROO (1962) Sporeling germination studies in Anthocerotales. Journ. Hattori Bot. Lab. 25 : 145-153
- MILLER, H. A., C. E. B. BONNER et H. BISCHLER (1963) Studies in Lejeuneaceae V. *Microlejeunea* in Pacific Oceania. Nova Hedwigia 4 : 551-560
- MURAOKA, S. (1967) Germination of spores in two mosses. Misc. Bryol. Lichenol. 4 : 81-82

- NAKAZAWA, S. (1962) Role of the cortical protoplasm in differentiation of characters. Nucl. Cytopl. 3: 22-26
- and K. TAKAMURA (1967) An analysis of rhizoid differentiation in *Fucus* eggs. Cytologia 32: 408-415
- (1968) Growth patterns of fern gametophytes with colchicine and sulfhydryl groups. Bot. Mag. Tokyo 81: 575-581
- (1969a) Cell division and cell differentiation in constant irregular rotation. Bull. Yamagata Univ. 7: 167-172
- , K. TAKAMURA and M. ABE (1969b) Rhizoid differentiation in *Fucus* eggs labeled with calcofluor white and birefringence of cell wall. Bot. Mag. Tokyo 82: 41-44
- NAYAR, B. K. and S. KAUR (1971) Gametophytes of homosporous ferns. Bot. Rev. 37: 295-396
- NEHIRA, K. (1961a) The germination of spores in Hepaticae 1. *Calobryum rotundifolium* (MITT.) SCHIFFN., *Bazzania albicans* STEPH. and *Heteroscyphus planus* (MITT.) SCHIFFN. HIKOBIA 2: 185-189
- (1961b) ——— 2. *Jubula hutchinsiae* subsp. *japonica* (STEPH.) HORIKAWA et ANDO, *Frullania mayebarae* HATT. and *Cololejeunea orbiculata* (HERZ.) HATT. HIKOBIA 2: 253-257
- (1962a) ——— 3. A comparative study on the filamentous protonema in some Hepaticae. HIKOBIA 3: 4-9
- (1962b) ——— 4. Two types of sporeling pattern in the *Riccardia*. HIKOBIA 3: 96-101
- (1963a) ——— 5. *Megaceros tosanus* STEPH. and *Dendroceros japonicus* STEPH. HIKOBIA 3: 184-190
- (1963b) The germination of spore in Musci 1. *Sphagnum imbricatum* (HORNSCH.) RUSS., *Andreaea fauriei* BESCH. and *Dicranum caesium* MITT. HIKOBIA 3: 288-294
- (1964) ——— 2. *Aulacopilum piliferum*, *Pseudoleskeopsis orbiculata* and *Leucobryum bowringii*. HIKOBIA 4: 43-51
- (1965) ——— 3. *Distichophyllum maibarae*, *Trichostileum aculeatum* and *Claopodium assurgens*. HIKOBIA 4: 181-187
- (1966) Sporelings in the Jungermanniales. Journ. Sci. Hiroshima Univ. 11: 1-49
- (1967) The germination of spores in Musci 4. *Fissidens heterolimbatu*s, *Pleuroziopsis ruthenica* and *Schistostega pennata*. HIKOBIA 5: 39-45
- (1968) The germination of gemmae in *Calyptogeia tosanu*s and *Cephalozia otaruensis*. Bull. Biol. Soc. Hiroshima Univ. 34: 1-2
- (1969) The germination of gemmae in three mosses. HIKOBIA 5: 189-195
- (1971) Evolution of the sporeling types in Hepaticae. HIKOBIA 6: 76-84
- NOGUCHI, A. (1951) Notulae Bryologicae II. Journ. Hattori Bot. Lab. 5: 40-42
- (1952a) ——— III. *ibid.* 7: 62-68
- et H. OTSUKA (1952b) Studies on the germination of spores in Bryophytes 1. *Ptychomitrium sinense* (MITT.) JAEG. Bull. Biol. Ooita Univ. 24: 38-42
- (1955) Beitrag zur Kenntnis der Bryophytenflora von Formosa und den Benachbarten Inseln Botel Tobago und Kwashyoto. Journ. Hattori Bot. Lab. 14: 29-70
- et H. FURUTA (1956) Germination of spores and regeneration of leaves of *Merceya ligulata* and *M. gedeanu*s. Journ. Hattori Bot. Lab. 17: 32-44
- (1958) Germination of spores in two species of *Sphagnum*. Journ. Hattori Bot. Lab. 19: 71-75
- PARIHAR, N. S. (1961) An introduction to Embryophyta 1. Bryophyta. Allahabad
- PROSKAUER, J. (1951) Notes on Hepaticae II. Bryologist 54: 243-266
- (1971) ——— V. Bryologist 74: 1-9

- ROBINSON, H. (1970) Observation on the origin of the specialized leaves of *Fissidens* and *Schistostega*. Rev. Bryol. Lichénol. 37: 941-947
- SHARMA, P. D. (1971) Abnormal sex organs in *Pogonatum microstomum* (R. BR.) BRID., and on the origin of gametangia in mosses. Bryologist 74: 458-463
- SHIMOSE, S. (1964) Spore germination of *Cheilolejeunea obtusifolia* (STEPT.) HATT. Miscellanea Bryol. Lichenol. 3: 83-85
- (1966) Notes on the gemma of *Cololejeunea macounii* and the sporeling of *C. shikokiana*. Miscellanea Bryol. Lichenol. 4: 38-39
- (1967) Notes on the sporeling of *Calypogeia arguta* MONT. et NEES. Miscellanea Bryol. Lichenol. 4: 77-78
- (1969) Protonema of *Nipponolejeunea pilifera* (STEPH.) HATT. Miscellanea Bryol. Lichenol. 5: 19-21
- (1971) Protonema of *Nipponolejeunea* type. Miscellanea Bryol. Lichenol. 5: 182-184
- SHOWALTER, A. M. (1925) Germination of the spores of *Riccardia pinguis* and of *Pellia fabbrioniana*. Bull. Torrey Bot. Cl. 52: 157-166
- SMITH, G. M. (1955) Cryptogamic botany II. Bryophytes and Pteridophytes. London
- STEINER, A. M. (1969) Does response behaviour for polarotropism of the chloronema of the fern *Dryopteris filix-mas* (L.) SCHOTT. Photochem. Photobiol. 9: 493-506
- STOTLER, R. E. (1969) The genus *Frullania* subgenus *Frullania* in Latin America. Nova Hedwigia 18: 397-555
- UDAR, R. and V. CHANDRA (1965) Morphology and life history of *Plagiochasma intermedium* L. et G. Journ. Hattori Bot. Lab. 28: 75-93
- WHITE, R. A. (1971) Experimental and developmental studies of the fern sporophyte. Bot. Rev. 37: 509-540
- WOLCOTT, G. B. (1942) Spore germination and polarity in *Pallavicinia lyellii*. Bryologist 45: 29-34