für die Ausbildung der Fähigkeit zur Parthenogenesis günstig sind. Möglicherweise wird *Pilularia* ein für diese Studien geeignetes Object abgeben. SADEBECK hat hier (nach brieflicher Mittheilung an Herrn PFEFFER) adventive Embryobildung beobachtet; gelegentlich konnte ich aber auch echte Parthenogenesis constatiren. Zu untersuchen, unter welchen Bedingungen die eine oder andere Fähigkeit zur Ausbildung kommt, wird nun eine weitere Aufgabe sein.

---

14. E. Heinricher: Nachträge zu meiner Studie über die Regenerationsfähigkeit der Cystopteris-Arten[1].

Mit Tafel IV.

Eingegangen am 25. März 1900.

In der genannten Arbeit wurde nachgewiesen, dass sowohl die isolirten Niederblätter der bekannten Bulbillen von *Cystopteris bulbifera* (L.) Bernhardi, als die abgeschnittenen Wedelbasen anderer *Cystopteris*-Arten die Fähigkeit besitzen, Regenerationsknospen zu bilden. Wegen der relativen Seltenheit eines solchen Reproductionsvermögens bei Farnen beansprucht dieser Nachweis einiges Interesse; sagt doch GÖBEL[2]) in seiner „Organographie der Pflanzen" (1898) noch ausdrücklich: „Das Reproductionsvermögen der verschiedenen Organe ist bei einigen Gruppen ein sehr geringes. Bei den Farnen z. B. ist kein Fall bekannt, dass aus abgetrennten Blättern neue Pflanzen sich gebildet hätten (abgesehen von den „Stipulae" der Marattiaceen und den aposporen Farnen und andern abnormen Fällen), obwohl hier vielfach schon an den nicht abgetrennten Blättern Sprosse auftreten". Einzelne, dennoch schon bekannt gewesene Fälle derartiger Regeneration finden sich in meiner Abhandlung angeführt.

Während die Arbeit eines meiner Schüler, die im Laufe des Jahres veröffentlicht werden dürfte, feststellen soll, ob nicht bestimmte, präformirte Zellen diesen Regenerationsknospen der *Cysto-*

---

1) Ueber die Regenerationsfähigkeit der Adventivknospen von *Cystopteris bulbifera* (L) Bernhardi und der *Cystopteris*-Arten überhaupt. Sonderabdruck aus der der Festschrift für SCHWENDENER, Berlin, Gebrüder BORNTRAEGER, 1890.

2) I. Theil, Allgemeine Organographie, S. 39.

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.zobodat.at

pteris-Arten den Ursprung geben (ich hatte solche nicht beobachtet) und die Art und Weise der ersten Constituirung der Knospen klarzulegen versuchen wird, sollen im Folgenden einige Ergebnisse nachgetragen werden, welche nach Veröffentlichung meiner im Titel genannten Studie erzielt wurden.

Die Ergänzungen betreffen einerseits Versuche, ob bei der Bildung der Regenerationsknospen an den Niederblattschuppen der Bulbillen von *Cystopteris bulbifera* in der That das Vermögen hierzu, wie von mir betont, nur an eng begrenzten Stellen besteht, — ob nicht durch Wechsel äusserer Factoren die Regenerationsknospen verlagert zur Anlage zu bringen sind, andererseits berichten sie eingehender über die Regenerationsknospen, welche an isolirten Blattbasen anderer *Cystopteris*-Arten gebildet werden. Zur Zeit jener ersten Publication lagen diesbezüglich nur die Ergebnisse mit *Cystopteris montana* vor, während weitere nur anmerkungsweise erwähnt werden konnten.

A. Versuche mit den Bulbillen von Cystopteris bulbifera Bernh.

Wir kennen eine Reihe von Fällen, wo gerade bei den Farnen der Einfluss des Lichtes theils auf den Ort der Organanlage, theils auf den Beginn der Entwickelung einen bestimmenden Einfluss nimmt. In ersterer Hinsicht sei auf die Archegonienbildung an den Prothallien der Farne, in letzterer auf die Beeinflussung der Sporenkeimung durch das Licht hingewiesen.

Mit Beziehung auf den Einfluss des Lichtes wurden folgende Fragen durch Versuche zur Entscheidung gebracht.

I. Treiben die ganzen Bulbillen im Dunkeln ebenso gut aus wie im Lichte?

II. Können auch im Dunkeln, an isolirten Niederblattschuppen, Regenerationsknospen gebildet werden?

III. Ist es etwa möglich, den Anlageort der Regenerationsknospen an den isolirten Niederblattschuppen durch das Licht zu bestimmen, die Regenerationsknospen, welche in den ersten Versuchen stets an der Basis der Schuppe, oberseits aufgetreten waren, etwa an deren Basis, aber an der Unterseite, hervorzurufen?

Alle Culturen wurden gleichzeitig am 29. September 1898 angesetzt.

Ad I. Je ein Töpfchen wurde mit 4 Bulbillen besetzt, das eine am Lichte belassen, das andere unter einen Papperecipienten in die photographische Dunkelkammer gestellt. Das Resultat des Versuches fiel nicht anders aus, als zu erwarten stand. Schon am 19. October war in beiden Culturen das Treiben aller Bulbillen feststellbar, und

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.zobodat.at

waren die Triebe in der Dunkelcultur eher fortgeschritten. An den Pflanzen der Dunkelcultur kamen eben Etiolementerscheinungen, starke Streckung der Wedelstiele, sehr ausgeprägt zum Vorschein; eine am 6. XII. conservirte Pflanze bringt die durch Etiolement bedingte Wuchsform schon sehr gut zum Ausdruck.

Ad II. Je zwei mit Sand gefüllte Töpfchen wurden mit vier isolirten Niederblattschuppen beschickt, das eine (*a*) am Lichte belassen, das andere (*b*) unter einen Papperecipienten in die Dunkelkammer gestellt.

In *a* wurde die Anlage einer Regenerationsknospe an einer Niederblattschuppe am 28. IV. 1899 beobachtet. Bis zum 17. X. 1899 hatte noch eine zweite Niederblattschuppe eine Knospe gebildet.

In *b* wurden am 28. IV. 1899 an einer Niederblattschuppe zwei Knospenanlagen beobachtet, am 25. VII. eine Knospe an einem zweiten Niederblatt. Weitere Knospen kamen bis zum Abbruch des Versuches am 17. X. 1899 nicht zur Bildung; eine der vier ausgelegten Niederblattschuppen war durch Pilzwucherungen vernichtet worden.

Ad III. Den Ort der Anlage der Regenerationsknospen an isolirten Niederblattschuppen habe ich in meiner ersten Mittheilung folgendermassen begrenzt: „Diese Regenerationsknospen sind in ihrer Entstehung an einen bestimmten Ort geknüpft. Sie entspringen stets oberhalb des Insertionspunktes des Niederblattes, auf der Oberseite desselben, eventuell eine auf jeder Flanke; oft entwickelt sich nur die Knospe einer oder der anderen Seite“.

Da die Niederblätter der Bulbillen bei den ersten Versuchen stets mit ihrer Oberseite nach oben, dem Lichte zugekehrt gewesen waren, schien es mir nicht unmöglich, dass bei inverser Lagerung derselben die Regenerationsknospen an der Unterseite würden hervorgerufen werden können. Die Ergebnisse Ad II, welche die Möglichkeit einer solchen Verlagerung nicht widerlegen, aber weniger wahrscheinlich erscheinen lassen, lagen ja zur Zeit des Beginnes der Versuche noch nicht vor.

Es wurden daher (am 29. IX. 1898) in dem Topfe *a* 8 isolirte Niederblätter mit der Oberseite nach oben, gegen das Licht ausgelegt, während in dem Topfe *b* die Oberseite von ebenfalls 8 Niederblättern gegen das Substrat, die Unterseite gegen das Licht gewendet war. Es mögen zunächst einige kurze Tagebuchnotizen über diese Culturen *a* und *b* folgen:

16. XI. 1898. In *a* keine Knospen bemerkbar; in *b* an drei Niederblättern schon ziemlich grosse Knospen, an zweien eine, an einem zwei. Alle entstanden am normalen Ort, basal an der Oberseite, die in dem Falle Schattenseite ist.

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.zobodat.at

8. IV. 1899. In *a* sind 6 Niederblätter noch ohne Regenerationsknospen, eines (7) ist verwest. Das 8. Niederblatt hat eine Knospe getrieben, die schon den ersten Wedel entwickelt. Diese Knospe steht ungewöhnlich stark gegen die Mitte gerückt, nur etwas rechts von der Mediane.

In *b* haben sich die an drei Niederblättern bereits im Herbste angelegten Knospen (1, 1, 2) schon zu starken Pflänzchen entwickelt. Zwei Niederblätter sind inzwischen verfault, zwei leben, sind aber ohne Regenerationsknospen; das letzte endlich hat 2 Knospen angelegt, basal, mehr minder kantenständig, an der Ober-, der Schattenseite im Versuche.

17. X. 1899. In *a* sind noch 6 Niederblätter vorhanden, nachdem jenes, das die am 8. IV. notirte Regenerationsknospe gebildet hatte, am 23. VI. als Präparat in Alkohol eingelegt worden war. Von den 6 restirenden Niederblättern hat nur noch eins eine Regenerationsknospe getrieben.

In *b* haben auch die letzten 2 Niederblätter je eine Knospe gebildet, basal an der Ober- und bezüglich des Versuches Schattenseite. An 4 Niederblättern sind die Knospen schon zu mehr minder starken Pflanzen geworden. Der Versuch III wird hier abgebrochen.

Es haben bis zum Schlusse des Versuches in *a* 2 Niederblätter je eine Regenerationsknospe gegeben, eines ist verwest, 5 leben noch, ohne Regenerationsknospen bisher gebildet zu haben. In *b* haben 6 Niederblätter 8 Regenerationsknospen gebildet, 2 Niederblätter sind verwest.

Das Ergebniss des Versuches III lässt sich dahin zusammenfassen:

1. Eine Verlagerung der Anlage der Regenerationsknospen dadurch, dass die Oberseite der Niederblätter zur Schattenseite gemacht und die Unterseite dem Lichte zugekehrt wird, ist nicht möglich. Die Knospen kommen immer in der Basalregion der Oberseite zur Anlage.

2. Auch die Schwerkraft übt keinen Einfluss auf den Ort der Entstehung der Regenerationsknospen. Ob die Niederblätter mit ihrer Oberseite nach oben oder nach unten sehen, die Regenerationsknospen kommen immer an der Oberseite, in der basalen Region zur Ausbildung.

3. Die Regenerationsknospen werden in grösserer Zahl entwickelt, wenn die Knospen bildende Oberseite dem Substrate zugewendet ist, als wenn sie ihm abgewendet ist (8 : 2), und auch ihre Anlage erfolgt im ersteren Falle viel rascher. (Vergl. Tagebuch-Angabe vom 16. XI. 1898). Hat die vermehrte Regenerationsknospenbildung in der Cultur *b* gegenüber *a* vielleicht zum Theil ihren

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.zobodat.at

Grund darin, dass die in *b* ausgelegten Niederblätter etwas stärker waren als jene in *a*, so ist doch nicht zu bezweifeln, dass in erster Linie die Feuchtigkeitsverhältnisse sowohl die Beschleunigung in der Anlage, als die grössere Zahl der entstehenden Regenerationsknospen bedingen.

Nachdem einmal die Fähigkeit zur Knospenbildung an die Basalregion der Oberseite der Niederblattschuppen streng geknüpft erscheint, wird die Anlage und die schnelle Entwickelung derselben begünstigt, wenn die Oberseite dem durchfeuchteten Substrate zugekehrt ist.

4. In meiner ersten Mittheilung wurde angegeben, dass die Regenerationsknospen an den Niederblattschuppen in der basalen Region, oberseits, flankenständig entstehen. Entweder an jeder Flanke eine, oder nur eine an dieser oder jener Seite. Ist dies auch der gewöhnliche Fall, so geht aus dem Versuche *a* (vergl. Tagebuch-Notiz vom 8. IV. 1899) doch hervor, dass auch die medianen Partien der Basalregion der Oberseite eventuell zur Knospenbildung befähigt sind. Fig. 1, Taf. IV, zeigt die Niederblattschuppe aus dem Versuche *a*, an der die Regenerationsknospe der Mittellinie sehr genähert entstand.

Die Versuche ad I und II zeigten sowohl, dass die ganzen Bulbillen von *Cystopteris bulbifera* im Dunkeln zu treiben vermögen, als auch, dass isolirte Niederblattschuppen derselben auch im Dunkeln Regenerationsknospen erzeugen können. Das Licht ist somit zur Anlage der Regenerationsknospen nicht nothwendig.

B. Versuche über Regenerations-Knospenbildung an abgeschnittenen Wedeln verschiedener Cystopteris-Arten.

I. Cystopteris montana.

Die Ergebnisse der Versuche mit *Cystopteris montana* sind zum Theil schon eingehender in meiner ersten Mittheilung beschrieben worden.

Der zweite der dort besprochenen Versuche war zur Zeit der Veröffentlichung noch nicht abgeschlossen. Er soll hier in seinem ganzen Verlaufe beschrieben werden.

Die Versuche wurden am 6. Juli 1898 eingeleitet; verwendet wurden die Basaltheile der Wedel; wenn bei jungen Wedeln die Spreiten nicht entfernt wurden, wird dies besonders bemerkt. Die zur Regeneration bestimmten Stücke wurden stets auf in Thonschüsseln gefüllten Flusssand ausgelegt, die Bewässerung von unten, vom Untersatz her, vorgenommen, und die Culturen mit Glasglocken gedeckt.

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.zobodat.at

Der Versuch mit *Cystopteris montana* gliedert sich nach dem Alter der verwendeten Wedel in drei Stufen:

1. ausgelegt wurden die Basaltheile von 4 Wedeln, deren Spreiten schon abgestorben und nicht mehr erhalten waren.
2. ausgelegt wurden die Basaltheile zweier erwachsenen Wedel mit vorhandener Spreite.
3. 3 Wedel im jugendlichen Alter, mit noch eingerollter Spreite. Gesammtlänge der Wedel circa 3 *cm*.
   α) von einem Basaltheil wurde die Spreite entfernt, das übrig gebliebene Basalstück war 5 *mm* lang.
   β) zwei der Wedel wurden ganz, sammt den Spreiten ausgelegt.

Tagebuchartig folgen nun die Ergebnisse der 3 Culturen.

1.

1. VIII. 1898. An einem der ausgelegten Basaltheile ist an der Basis oberseits die Bildung einer Regenerationsknospe erkennbar.
21. X. 1898. An zwei der ausgelegten Blattbasen ist je eine ziemlich starke Knospe enstanden; die Knospen entwickeln schon ihre ersten Wedel.
16. XI. 1898. Keine weiteren Regenerationsknospen; zwei der ausgelegten Basaltheile haben keine gebildet.

2.

24. VII. 1898. An einem der ausgelegten Basaltheile ist eine entstehende Knospe bereits gut erkennbar.
21. X. 1898. Obige Knospe hat sich schon zur Pflanze entfaltet.
16. XI. 1898. Auch der zweite ausgelegte Basaltheil hat eine Knospe gebildet.

3.

α) 24. VII. 1898. An einer Seite des ausgelegten Basaltheiles ist eine gut erkennbare Knospe vorhanden.
21. X. 1898. Diese Knospe ist zur Pflanze geworden, und an der andern Kante des Basaltheiles hat sich eine zweite Knospe gebildet. Dieser Basaltheil ist in Fig. 2, Taf. IV abgebildet.
β) 24. VII. 1898. Keine Knospenanlagen: die Spreiten beginnen sich zu entrollen.
21. X. 1898. Keine Regenerationsknospen entstanden.

Von den im Ganzen ausgelegten 9 Basaltheilen von Wedeln (2 jugendliche sammt den Spreiten) haben 5, zusammen 6 Regenerationsknospen gebildet. Zur Regeneration kamen sowohl die Basal-

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.zobodat.at

theile ausgewachsener Wedel mit bereits abgestorbener Spreite, als ausgewachsener Wedel, die noch lebende Spreiten hatten, als auch jugendlicher Wedel mit in der Knospenlage befindlicher Spreite.

II. Cystopteris fragilis.

In meiner ersten Mittheilung ist nur ein Fall von Regenerationsknospenbildung an dem Basaltheil eines Wedels dieses Farnes beschrieben. Ein zweiter Versuch und seine Ergebnisse seien darum hier wiedergegeben. Der Versuch wurde am 6. Juli 1898 eingeleitet und in 2 Culturen durchgeführt. Ausgelegt wurden:

1. 5 Basaltheile von Wedeln mit ausgewachsener Spreite.
2. 5 junge Wedel mit noch vollkommen eingerollter Spreite; letztere wurde nicht entfernt.

Die Ergebnisse verzeichnet das Tagebuch folgendermassen:

1.

24. VII. 1898. Keine Knospenanlagen bemerkbar.

21. X. 1898. An einer Wedelbasis ist eine starke Knospe mit einem sich entfaltenden Wedel vorhanden.

16. XI. 1898. Obige Knospe ist zu einer kräftigen Pflanze geworden. (Das Wedelstück mit dieser Pflanze ist in Fig. 3, Taf. IV, nach photographischer Aufnahme dargestellt.) Zwei weitere Basaltheile scheinen Knospenanlagen zu entwickeln, und zwar einer zwei, der andere eine.

3. XII. 1898. Einer der ausgelegten Basaltheile ist verfault; von den übrigen haben 3 Regenerationsknospen gebildet. Eine ist zu der oben erwähnten, kräftigen Pflanze geworden. Die am 16. XI. 1898 notirten Knospenanlagen an zwei Basaltheilen sind nunmehr deutlich und sicher unterscheidbar.

2.

24. VII. 1898. Alle Spreiten in Aufrollung begriffen.

21. X. 1898. Alle Spreiten abgestorben; an dem Basaltheil eines Wedels eine Knospe vorhanden.

16. XI. 1898. Ein zweiter Basaltheil zeigt zwei grüne Höckerchen, die offenbar Anlagen von Regenerationsknospen sind.

3. XII. 1898. Auch die Basaltheile von vier der ausgelegten Wedel, (auch desjenigen, welcher sub 21. X. 1898 notirt ist und eine Knospe angelegt hatte) sind verwest; erhalten ist nur einer mit deutlich erkennbaren Knospen. Die eine steht an der linken Flanke der Oberseite, 2 *mm* über dem Grunde, die andere rechts am Grunde. Dieser Basaltheil mit seinen zwei Regenerationsknospen ist in Fig 4 abgebildet.

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.zobodat.at

Von 10 ausgelegten Basaltheilen producirten 5 Regenerationsknospen und zwar im ganzen 7; solche Knospen kamen sowohl an den Basaltheilen ausgewachsener Wedel, als auch an jenen noch jugendlicher, die zu Beginn des Versuches noch eingerollte Spreiten hatten, zur Bildung.

Bemerkenswerth sind die primitiv ausgestalteten Wedel, welche die aus den Regenerationsknospen sich entwickelnden Pflanzen zunächst bilden. In der Fig. 3 ist eine ältere Pflanze, die auf dem besagten Wege entstand, und die diese Erscheinung noch erkennen lässt, abgebildet, obschon sie für diesen Zweck etwas zu spät aufgenommen wurde, da die ersten Wedel zur Zeit schon abgestorben waren. Die ersten Wedel bilden nämlich keine flächenartige Spreite, sondern diese bleibt auf die Mittelrippe beschränkt; dann kommen Wedel, die schon eine Theilung zeigen, aber wieder nur gewissermassen die Hauptrippe mit ihren Seitenrippen darstellen. Ein solcher Wedel ist in Fig. 3 bei *w* vorhanden. Schliesslich kommt es zur Bildung von Wedeln, welche am Ende der Hauptrippe und auch an den Seitenrippen kleine Assimilationsflächen ausbilden.

Sadebeck[1]) vertritt in seiner Abhandlung „Filices Camerunianae Dinklageanae", in welcher er mehrfach bemerkenswerthe Mittheilungen über Adventivknospen bildende Farne bringt, den Gedanken, dass die Adventivknospen stets denselben Entwickelungsgang einschlagen, den die betreffende Farnart bei ihrer Embryonal-Entwickelung zeigt. Mag dies häufig zutreffen, allgemein gültig ist es sicher nicht. Die gewöhnlichen Bulbillen, die *Cystopteris bulbifera* an den Wedeln bildet, erregen offenbar auch bei Sadebeck selbst schon Zweifel. Die embryonale Entwickelung ist ihm hier nicht bekannt, doch hält er es für sehr möglich, dass auch die aus dem befruchteten Ei heranwachsende Pflanze mit den eigenthümlichen, zu Speicherorganen adaptirten Niederblättern beginnt, wie sie den Bulbillen eigen sind. Ich meinerseits halte dies für unwahrscheinlich. Eine Entscheidung kann ja selbstverständlich nur der Versuch erbringen. Allein die Regenerationsknospen, die an den isolirten Niederblättern entstehen, und die ja auch Adventivknospen sind, zeigen einen ganz anderen Entwickelungsgang als diejenigen, welche zu den Bulbillen an den Wedelspreiten werden. In meiner ersten Mittheilung wurde dies schon im Punkt 4 der Resultate hervorgehoben. Auch hier entstehen anfangs häufig rudimentäre Wedelformen, gewissermassen auf die Mittelrippe beschränkte Bildungen. Sie sind lebhaft grün und werden durch ihre Assimilation zur Erstarkung der jungen Pflanze gewiss schon das ihrige beitragen. Ein vollkommenes Blatt auszugestalten,

1) Jahrbuch der Hamburgischen wissenschaftlichen Anstalten. (Beiheft) XIV. 1896, S. 12.

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.zobodat.at

dafür reicht bei diesen Regenerationsknospenbildungen offenbar der vorhandene Vorrath an Reservestoffen vorerst nicht aus. Hier haben wir also bei demselben Farn zweierlei Adventivknospenbildungen, die einen von einander wesentlich verschiedenen Entwickelungsgang zeigen. Beide können unmöglich mit dem Bildungsgange übereinstimmen, der von der aus dem Ei hervorgehenden Pflanze eingeschlagen wird. Vermuthen würde ich, dass dieser sogar verschieden von jenem beider Adventivknospenarten verläuft.

III. Cystopteris bulbifera.

Am 6. Juli 1898 wurden ausgelegt:

1. 2 Basaltheile abgestorbener Wedel.
2. 3 Basaltheile ausgewachsener Wedel, die noch lebenskräftige Spreiten hatten.
3. 3 Basaltheile junger Wedel mit noch eingerollten Spreiten; bei zweien wurde die Spreite entfernt, beim dritten belassen.

Das Ergebniss war, dass von Gruppe 3 schon am 21. X. zwei Basaltheile (darunter jener, der in Verbindung mit der Spreite belassen war) verwest vorgefunden wurden, und dass bis 16. XI. 1898 schon alle ausgelegten Basaltheile dasselbe Schicksal ereilt hatte, ohne dass es zur Bildung von Regenerationsknospen gekommen wäre. Diese Versuche bestätigen also wieder das mit *Cystopteris bulbifera* auch früher erhaltene, in der ersten Mittheilung bekanntgegebene Ergebniss. An jener Stelle ist auch die Begründung für dieses Verhalten der isolirt ausgelegten Basaltheile der Wedel von *Cystopteris bulbifera* angeführt und andererseits gezeigt worden, wie man auf Umwegen auch die Blattbasen dieser *Cystopteris*-Art zur Ausbildung von Regenerationsknospen zwingen kann. (Vgl. l. c. S. 158).

IV. Cystopteris alpina.

Am 6. Juli 1898 wurden ausgelegt:

1. 1 Basaltheil von einem Wedel, dessen Spreite schon abgestorben war.
2. 3 Basaltheile von Wedeln, die ausgewachsene, lebenskräftige Spreiten besessen hatten.
3. 6 Basaltheile von jungen Wedeln, mit noch nicht entfalteten Spreiten, die in Verbindung mit den Basaltheilen belassen wurden.

Auch hier seien die Ergebnisse der drei Culturgruppen zunächst in tagebuchartiger Form mitgetheilt.

1.

ergab keine Regenerationsknospe.

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.zobodat.at

2.

24. VII. 1898. Keine Knospenanlagen bemerkbar.
21. X. 1898. An einem Basaltheil eine Knospe.
16. XI. 1898. Diese Knospe ist schon relativ gross geworden. Eine zweite Wedelbasis zeigt 2 Knospenanlagen, die eine knapp über der basalen Schnittfläche oberseits, die andere etwas höher, auf der gegenüberliegenden Flanke.

3.

24. VII. 1898. Noch keine Knospenanlagen erkennbar.
21. X. 1898. Ein Basaltheil (Spreite abgestorben) hat zwei deutlich sichtbare Knospenanlagen; an jeder Flanke der Oberseite steht eine.
16. XI. 1898. Zwei Wedelbasen tragen schon starke Knospen; die eine zwei, die andere eine. Eine Wedelbasis ist verwest und wird entfernt; an einer weiteren scheint eine Knospenanlage zu entstehen.
3. XII. 1898. Ein zweiter Basaltheil ist verwest und wird entfernt. Derjenige, an dem am 16. XI. eine Knospenanlage vermuthet wurde, hat nun deren zwei gebildet; die eine steht an der Flanke, die andere nur etwas seitlich von der Mediane.
4. I. 1899. Von den vier noch lebenden Basaltheilen hat nur einer keine Regenerationsknospe. Von den anderen trägt der erste mindestens zwei (vgl. Fig. 6), der zweite eine kräftige junge Pflanze. Auf dem dritten (an diesem die erste Knospenanlage am 16. XI., die zweite am 3. XII. beobachtet) sitzen drei noch weniger entwickelte Knospenanlagen. Ihre Vertheilung auf der Oberseite der Wedelbasis zeigt Fig. 5.

Im Ganzen haben also von 10 ausgelegten Basaltheilen fünf, und zwar zusammen 9 Regenerationsknospen gebildet. Zur Regeneration schritten sowohl Basaltheile ausgewachsener Wedel als solche mit unaufgerollter Spreite. Ob nicht auch Basaltheile von Wedeln, deren Spreiten schon abgestorben sind, zur Knospenbildung befähigt sind, kann nicht als entschieden angesehen werden, da das negative Ergebniss mit einem solchen Basaltheil um so weniger entscheidet, als für *C. montana* auch mit solchen positive Resultate erzielt wurden.

Auch hier zeigte es sich ferner, dass wenn auch die Knospenbildung streng an die Oberseite gebunden ist, doch die mehr oder minder ausgeprägte Flankenstellung der Knospen nicht ausschliesslich vorkommt, und in Ausnahmefällen die Knospe der Mediane ziemlich genähert zur Ausbildung kommt. Potentiell ist also die Fähigkeit zur Knospenbildung der ganzen basalen Oberseite des Wedelgrundes eigen, wenn schon sich die Flanken gewöhnlich als noch besonders bevorzugte Stellen erwiesen.

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.zobodat.at

Weiteres hat eine Wedelbasis 3 Regenerationsknospen an ihrer Oberseite gebildet, ein Fall, wie er ähnlich (4 Knospen) für *Cystopteris fragilis* schon beobachtet und in der ersten Mittheilung S. 157 beschrieben wurde. Es geht daraus hervor, dass wenn auch meist nur 1—2 Knospen entstehen, ihre Zahl doch keine so genau begrenzte ist. Auch ist es ohne genauere Untersuchung, auf rein makroskopischem Wege nicht zu entscheiden, ob das, was uns event. als eine flankenständige Regenerationsknospe erscheint und sich anscheinend zu einem Pflänzchen entwickelt, in der That auch stets eine einfache Anlage und ein einzelnes Pflänzchen ist. Diese Bedenken sind mir wiederholt aufgestiegen, und sie wurden nur verstärkt durch das, was ich gelegentlich der eingangs erwähnten, entwickelungsgeschichtlichen Studie meines Schülers gesehen habe. Den Bericht darüber wird dieser in seiner Abhandlung bringen.

Bemerkenswerth ist der Versuch mit *Cystopteris alpina* ferner deshalb, da er zeigt, wie spät eventuell die Regenerationsknospenbildung noch eintreten kann, wie lange also zu warten nothwendig ist, um eine giltige Entscheidung zu treffen. Nach gut 3 Monaten wurde die erste Regenerationsknospe gebildet, die weiteren kamen noch später, im vierten und fünften Monate, die letzte am Beginn des siebenten zum Vorschein. Ganz ähnlich verhalten sich übrigens isolirte Niederblätter der Bulbillen von *Cystopteris bulbifera*. Wenn auch einzelne sehr rasch die Bildung von Regenerationsknospen einleiten, so kommt es doch bei anderen erst nach Monaten dazu.

Im Punkt 14 des Résumés meiner ersten Studie habe ich hervorgehoben, dass, wenn man junge Wedel von *C. montana* nimmt, deren Spreiten noch eingerollt sind, Knospenbildung an der Wedelbasis rasch eintritt, wenn die Spreite von der Basis abgetrennt wurde, während, wenn letzteres nicht geschah, wenigstens zunächst keine Regenerationsknospen gebildet werden. Dem entspricht das Ergebniss des in dieser Mittheilung auf S. 114 mitgetheilten Versuches. Hingegen zeigt der Versuch 2 mit *Cystopteris alpina* und ebenso der Versuch 2 mit *C. fragilis*, dass auch dann, wenn die Abtrennung der Spreite von solchen jungen Wedeln nicht erfolgte, dennoch Regenerationsknospenbildung eintrat. Die zunächst sich aufrollenden jungen Spreiten starben bald ab, während der viel lebenszähere Basaltheil erhalten bleibt. Diese Lebenszähigkeit der Basaltheile tritt ja auch darin zu Tage, dass sie nach dem natürlichen Absterben der Wedel noch lange lebend erhalten bleiben und die Abgliederung der Wedel eben oberhalb dieser Basaltheile erfolgt. Trotzdem ist es sehr wahrscheinlich, dass bei Verwendung so junger Wedel die Entfernung der Spreiten vom Basaltheile fördernd auf die Regenerationsknospenbildung einwirken dürfte, indem zur Entrollung der Spreiten, wenn sie belassen werden, doch eine ge-

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.zobodat.at

wisse Summe von Baumaterial aus dem Basaltheil der Spreite hinzugeführt werden dürfte, die sonst voll zur Regenerationsknospenbildung verfügbar bleibt. Die Punkte 13 und 14 des Résumés meiner ersten Mittheilung bedürfen zur besseren Sicherstellung einer grösseren Reihe von Versuchen als bisher vorliegen; Punkt 14 ist zum Theil durch die Versuchsergebnisse mit *Cystopteris fragilis* und *C. alpina* berichtigt.

Die Ergebnisse des 1. Theils dieser Studie finden sich auf S. 112 zusammengestellt; die des zweiten lassen sich folgendermassen geben:

1. Die Bildung von Regenerationsknospen trat an isolirten Basaltheilen der Wedel von *Cystopteris montana*, *C. fragilis* und *C. alpina* auf, hingegen nicht an jenen der *C. bulbifera*. (Wie auch bei dieser Art Knospenbildung an der Wedelbasis hervorgerufen werden kann, darüber vgl Punkt 9 des Résumés der ersten Mittheilung).

2. Die Regenerationsknospen konnten sowohl auf Basaltheilen von Wedeln, deren Spreiten schon abgestorben und abgeworfen waren, als auch an solchen, deren Spreiten entweder voll entwickelt oder noch vollständig in der Knospenlage eingerollt waren, zur Ausbildung gelangen.

3. An Basaltheilen junger Wedel mit noch eingerollter Spreite traten auch dann Regenerationsknospen auf, wenn die Spreitenanlage im Zusammenhang mit der Wedelbasis belassen wurde. Die Spreite entfaltet sich zunächst, stirbt dann aber bald ab, während der Basaltheil länger am Leben bleibt und eventuell zur Knospenbildung schreitet.

4. Die Knospen kommen mehr oder minder in den untersten Partien der Wedelbasen, stets auf ihrer Oberseite, zur Entwickelung. Meist entwickeln sie sich mehr den Flanken genähert und vorwiegend entweder nur in Einzahl oder in Zweizahl (dann auf jeder Flanke eine). Doch ist die Zahl der Knospen offenbar nicht streng begrenzt, es wurden auch drei Knospen (*Cystopteris alpina*) und vier (*Cystopteris fragilis*) beobachtet; und so wie für die Niederblätter der *Cystopteris bulbifera* gezeigt wurde, dass der Ort der Knospenbildung nicht so eng begrenzt sei und Knospen auch in der Mediane des Blattes sich entwickeln können (vgl. Fig. 1), so wurde Aehnliches auch hinsichtlich der Knospenstellung an den regenerirenden, ausgelegten Wedelbasen festgestellt.

5. Die Erstlingswedel, welche die Regenerationsknospen bilden, sind häufig sehr primitiv ausgestaltet und deren Spreite gewissermassen auf die Mittelrippe beschränkt. Auch können weitere Wedel schon Seitenverzweigung zeigen, wobei aber ebenfalls Beschränkung auf die Rippen und Unterbleiben einer flächenartigen Entwickelung statthaben kann.

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.zobodat.at

6. So wie an isolirt ausgelegten Niederblattschuppen der Bulbillen der *Cystopteris bulbifera* die Anlage und Ausbildung der Regenerationsknospen oft in sehr kurzer Zeit verläuft, oft wieder erst nach Monaten eintritt, so stellen sich auch die Regenerationsknospen an abgetrennten Grundstücken der Wedel von *Cystopteris*-Arten oft schon nach 3—4 Wochen, oft erst nach Monaten ein. Theilweise scheint die Schnelligkeit der Ausbildung von Regenerationsknospen auch nach den Arten zu schwanken. *Cystopteris montana*, die überhaupt sehr geneigt ist, Regenerationsknospen zu bilden, erzeugt sie zumeist rasch, bei *Cystopteris alpina* erschienen die ersten nach drei Monaten, die letzte am Beginne des siebenten.

7. Die Vermuthung SADEBECK's, dass alle Adventivknospen der Farne in der Ausbildung der ersten Organe denselben Typus zeigen, wie ihn die junge, aus dem befruchteten Ei sich entwickelnde Pflanze derselben Art besitzt, trifft gewiss nicht allgemein zu. Für *Cystopteris bulbifera* kennen wir zweierlei Arten von Adventivknospen: die Bulbillen an den gewöhnlichen Wedeln, die Regenerationsknospen an den Niederblättern der Bulbillen; im Entwickelungsgang derselben zeigen sich wesentliche Verschiedenheiten.

Erklärung der Abbildungen.

Sämmtliche Figuren sind photographische Reproductionen der in Alkohol conservirten Objecte.

Fig. 1. Isolirtes Niederblatt von einer Bulbille der *Cystopteris bulbifera* mit Regenerationsknospe. Die Stellung der letzteren ist insofern bemerkenswerth, als sie sich ziemlich in der Mediane der Oberseite entwickelt hat, und nicht, wie meistens, auf einer (oder beiden) der Flanken. *b* = Basis. Vergr. 4.

Fig. 2. Abgetrenntes, 5 *mm* langes Basalstück eines noch jungen Wedels mit völlig eingerollter Spreite, von *Cystopteris montana*, das zwei Regenerationsknospen gebildet hat. Die eine ist schon stark entwickelt, die andere, bei *k n*, ist noch weit zurückgeblieben. Vergr. 3.

Fig. 3. Basalstück eines ausgewachsenen Wedels von *Cystopteris fragilis*, das isolirt ausgelegt eine Regenerationsknospe getrieben und zur kräftigen Pflanze entwickelt hat. Bei *w* und w_1 Wedel, die noch zu keiner flächenartigen Spreitenbildung gelangen. Ober *w* sind ein Paar solcher Erstlingsblätter schon abgestorben und verschrumpft. Vergr. 2.

Fig. 4. Basalstück eines Wedels von *Cystopteris fragilis*, der ursprünglich sammt der noch eingerollten Spreite ausgelegt wurde. Die Spreite wurde entrollt, starb aber bald ab, am Basalstück entwickelten sich die beiden in der Figur deutlich erkennbaren Knospen. Vergr. 4.

Fig. 5. Basaltheil eines Wedels von *Cystopteris alpina*, mit drei noch wenig entwickelten Regenerationsknospen. Der ausgelegte Wedel hatte noch eine vollständig eingerollte Spreite, die später entrollt wurde, bald darauf aber der Verwesung verfiel. Vergr. 4.

Fig. 6. Grundstück eines Wedels von *Cystopteris alpina*, auf dem die Regenerationsknospen schon zu jungen Pflanzen herangewachsen sind. Auch hier haben die ersten Wedel alle keine flächenartige Spreite, und ist letztere gewissermassen auf die Mittelrippe beschränkt. Vergr. 3.

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.zobodat.at

Fig. 2.

Fig 1.

Fig. 6.

Fig. 3.

Fig. 5.

Fig. 4.

Dr. Bode phot. E. Laue lith.

ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: Berichte der Deutschen Botanischen Gesellschaft

Jahr/Year: 1900

Band/Volume: 18

Autor(en)/Author(s): Heinricher Emil

Artikel/Article: Nachträge zu meiner Studie über die Regenerationsfähigkeit der Cystopteris-Arten 109-121