

## Über das Auftreten der Verbänderung bei *Pharbitis hederacea* Chois.

Von

Yasuké YAMAGUCHI, *Rigakushi.*

---

Mit 2 Tafeln und 3 Textfiguren.

---

### I. Einleitung und Literarisches.

Die Verbänderung ist eine schon in früheren Zeiten beobachtete Monstrosität. Die meisten diesbezüglichen älteren Abhandlungen waren jedoch nur morphologische Beschreibungen faszierter Exemplare, und wenn sich auch einige Autoren bemühten, die Ursache der Verbänderung zu erklären, waren die Ansichten entweder rein phantasiemäßige oder wenigstens nur auf makroskopische Beobachtungen begründete. Wir stehen jedoch in der Zeit, welche uns die Monstrosität als solche nicht zu übersehen erlaubt. Deshalb haben sich in neuerer Zeit mehrere Forscher, wie DE VRIES (27, 28, 29),\* NESTLER (19), LOPRIORE (14, 15), REED (20), STREITWOLF (26), WORSDELL (34), HUS (9), LAMARLIÈRE (13) und andere bemüht, vor allem die Ursache der Verbänderung von verschiedenen Gesichtspunkten aus zu erklären. Das ist auch der hauptsächlichste Zweck meiner Untersuchungen.

Ehe ich aber auf meine Untersuchungen und ihre Resultate selbst eingehe, will ich die wichtigsten Werke über die Ursache der Verbänderung besprechen. Der Übersichtlichkeit wegen werde ich die betreffenden Literatur in drei Gruppen einteilen.

(1) Die erste umfaßt die Werke, welche die Erscheinung der Verbänderung aus zu reichlicher Nahrungszufuhr oder aus abgeschwächter Lebenstätigkeit erklären. MEEHAN (16), RUSSEL (21), DE VRIES (30), HUS (9), MEZZANA (17) usw. nehmen als Ursache reichliche Nahrungszufuhr an. MEEHAN (16) aber

---

\* Die Zahlen beziehen sich auf das Literaturverzeichnis.

bringt auch einige Beispiele, bei welchen die Verbänderung aus abgeschwächter Lebenstätigkeit entstanden sein soll.

MEEHAN ist der Ansicht, daß die blühenden Sprosse einer Pflanze im Verhältnis schwächer sind, als sie sich vom weiblichen Geschlecht entfernen, und daß die männlichen Blüten ihre Entstehung abnehmender Lebenstätigkeit verdanken. Zufällig begegnete er einigen verbänderten Exemplaren, welche entweder große Staubgefäße, aber mangelhaft entwickelte Fruchtblätter hatten, oder bloß männliche Blüten oder auch gefüllte Blüten, welche aber keine Früchte brachten.

DE VRIES (30) nimmt an, daß überall, wo äußere Einflüsse die Verbänderung oder Anomalien im allgemeinen hervorrufen, die latente Anlage dazu vorhanden sein muß, zeigt jedoch auch, daß gute Ernährung durchaus erforderlich ist, die Verbänderung in Erscheinung treten zu lassen.

(2) Die zweite Gruppe enthält die Werke, welche die durch Verwundung hervorgerufene Verbänderung behandeln, d. h. wenigstens sehen die Forscher die Ursache der Verbänderung in der den Versuchspflanzen zugefügten Verwundung. Zu diesen gehören GOVERTS (7), RUSSEL (21), LOPRIORE (14), BORBÁS (3), LAMARLIÈRE (13), REED (20) und andere.

Im Jahre 1899 versuchte LAMARLIÈRE (13) die Fasziation willkürlich hervorzubringen. Er erhielt verbänderte Zweige und Infloreszenzen an *Barkhausia taraxacifolia* durch wiederholtes Abschneiden der Triebspitze. Doch können wir leicht ersehen, daß das Abschneiden der Triebspitze nicht immer die Verbänderung zur Folge hat. Er selbst hat im Freien, besonders an *Angelica silvestris*, deren Triebe er wiederholt verstümmelte, zwar Anomalien, aber keine Fasziation beobachtet.

REED (20) veröffentlichte neuerdings das Resultat seiner Forschungen. Er kommt zu folgenden Ergebnissen. Bei epigealen Typen sind durch Köpfung keine, aber bei hypogealen Typen leicht faszierte Formen zu erhalten. Bei den hypogealen Typen hängt die frühe Entwicklung merkwürdig stark von den Reservestoffen der Keimblätter ab.

(3) Die dritte Gruppe enthält die Arbeiten, welche die Frage

behandeln, ob die Verbänderung die Verbreiterung eines einzigen Stengels ist, oder die Verwachsung mehrerer Sprosse. Zu diesen gehören WARMING (33), NESTLER (19), GAGNEPAIN (5), JACOBASCH (10), BUCHENAU (4), WORSDELL (34), HINCKS (8), STREITWOLF (26) und andere.

HINCKS (8) war der Ansicht, daß die Fasziation durch das Verwachsungsprinzip erklärbar ist, indem viele überernährte Knospen auf engem Raum zusammen gedrängt vorkommen, besonders wenn dies von Hemmung oder Verletzung begleitet ist.

Nach BUCHENAU (4) beruht die Fasziation auf einer flachen Ausbildung des Vegetationskegels. Häufig verwachsen dann auch noch die zweizeilig angeordneten Seitentriebe mit dem Haupttriebe. Allein den ersten Anstoß zur Verbänderung gibt jene Ausbildung des Vegetationskegels.

Durch die anatomischen Untersuchungen NESTLERS (19) wurde uns genaue Aufklärung über die Struktur der verbänderten Stengel gegeben. Er hat sich ein großes Verdienst dadurch erworben, daß er seine Untersuchungen auf den Vegetationskegel beschränkte. Er fand eine ununterbrochene, teils wellenförmige, teils gerade, aus gleichwertigen Zellen zusammengesetzte „Vegetationslinie“<sup>i)</sup> woraus er schloß, daß die Fasziation nicht eine Verwachsung mehrerer Achsen, sondern nur die Verbreiterung einer einzigen, normalen, zylindrischen Achse ist, welche aus bisher unbekannter Ursache durch eigentümliche Veränderung des Vegetationsscheitels entsteht.

Nach dem morphologischen Prinzip WORSDELLS (34) ist die Verbänderung eine Zwischenstufe von „negative dédoublement“<sup>ii)</sup> und „positive dédoublement“<sup>iii)</sup> indem die Struktur des jüngeren Stadiums der faszierten Pflanze den Einfluß der ersten Tendenz, und die des älteren Stadiums den der zweiten zeigt. Als die mechanische Ursache, die diese intermediale Gestalt hervorruft, nimmt er den „growth centres“ – Begriff CHURCHS<sup>iv)</sup> an. Die Verbänderung, die durch Überernährung hervorgerufen worden ist,

i) nach NESTLER (19).

ii) u. iii) nach WORSDELL (34).

iv) zit. in WORSDELL (34).

ist ihm nichts anderes als eine pathologischer Zustand; denn der Überschuß der Nahrungszufuhr hat ein hypertrophisches Wachstum zur Folge und dieses zerstört die ganze Bilanz der Organismen.

Zum Schluß ist die neulich veröffentlichte Arbeit STREITWOLFS (26) zu erwähnen. Er kommt durch seine vergleichenden morphologischen und anatomischen Untersuchungen zu denselben Folgerungen wie NESTLER.

Trotz der großen Anzahl von Arbeiten, die die Ursache der Verbänderung von verschiedenen Gesichtspunkten aus zu erklären versuchen, ist es jedoch bislang noch nicht gelungen, eine bestimmte Ursache festzustellen. Um zur Kenntnis der Erscheinung der Verbänderung einiges beizutragen, führte ich die vorliegenden Untersuchungen auf Anregung und unter Leitung der Herren Professoren Dr. M. MIYOSHI und Dr. K. SHIBATA im Laufe der Jahre 1913 u. 14 im Botanischen Institute der Kaiserlichen Universität zu Tokio aus. Es sei mir gestattet, auch hier meinen hochverehrten beiden Lehrern meinen herzlichsten Dank auszusprechen.

## II. Beschreibung der Versuchspflanze.

Als Versuchspflanze wählte ich *Pharbitis hederacea* CHOIS., deren Samen zum Teil aus dem Botanischen Garten der Kaiserlichen Universität zu Tokio, zum Teil von einem Händler in Tokio stammt. Diese Samen wurden Anfang Mai 1913 zunächst nur zu dem Zwecke auf die Erde ausgesät, um möglichst viele Samen für die weiteren Kulturversuche zu bekommen.

Zunächst will ich die morphologischen Eigenschaften meiner Versuchspflanze erwähnen. Ich stütze mich dabei nicht nur auf meine damaligen Beobachtungen, sondern auch auf die bei meinen späteren Versuchen gesammelten.

**Der Stengel:** Der Stengel erreicht, wie es bei fasziierten Formen gewöhnlich der Fall ist, nicht die normale Höhe, selbst wenn er auch nur wenig verbändert ist. Er verbreitert sich bis zu 5 cm und darüber, erreicht aber in all diesen Fällen selten die Höhe von 50 cm. Beträgt dagegen die Verbänderung nur höchstens 1 cm, dann erreicht der Stengel oft eine Höhe von 1—2 m.

Die Äste, die entweder normal oder verbändert sind, verzweigen sich merkwürdigerweise immer in der Ebene ihres verbreiterten Stengels und niemals, so weit ich konstatieren konnte, rechtwinklig zu dieser Ebene.

Bei allen Exemplaren ist eine feine Leistenbildung auf der Oberfläche des Stengels eingetreten, so daß sie der Länge nach geriefelt erscheint. Unabhängig von dieser Leistenbildung laufen in der Längsrichtung des Stengels abwechselnd die feinsten grünen und farblosen Linien. Nach anatomischer Untersuchung sind diese Linien entweder chlorophyllfreie oder chlorophyllhaltige mehrfache Zellenreihen der hypodermalen Schichten. Bisweilen befinden sich diese Linien in einer merkwürdigen Anthocyanbildung, die aber immer nur in den chlorophyllhaltigen Zellen stattfindet.

Die normalen Äste des verbänderten Stengels oder die normalen Stengel, welche aus den Samen der faszierten Arten gewonnen sind, sind auch mit jenen Linien gestreift, aber schraubenförmig linksdrehend. Diese Tatsache zeigt deutlich, daß bei der normalen Sprosse dieser Arten die Sprosse selbst gedreht sind, wie das auch bei der faszierten Sprosse öfters der Fall ist.

**Das Blatt:** Die Blätter sind sehr zahlreich, aber kleiner als normal. Die Blattstellung<sup>1)</sup> ist sehr unregelmäßig. Fast alle Blätter zeigen die Panachierung, wobei man deutlich drei Farbdifferenzen unterscheiden kann: weiß, gelb und hellgrün.

Der Blattstiel ist besonders an der Basis des Stengels länger und breiter als bei der normalen Pflanze. Auch die auf der Oberfläche des Blattstiels laufende Furche ist verbreitert. Jene grünen und farblosen Streifen laufen nach den Blattstielen, was mir auf eine bestimmte Beziehung zwischen den Streifen und der Buntblättrigkeit hinzudeuten scheint.

**Die Blüte:** Die Blüten, welche hier zahlreicher als auf normalen Exemplaren vorhanden sind, haben unregelmäßig geteilte Kronenblätter und bisweilen weniger Staubgefäße oder gedrehte

---

i) SCHWENDENER studierte die Blattstellung des verbänderten Stengels von *Fritillaria imperialis* (23). An meiner Versuchspflanze sind keine genauen Untersuchungen darüber ausgeführt worden.

Fruchtblätter. Bei den von mir untersuchten Pflanzen überwogen bei verbändertem Stengel oder bei normalen Zweigen des verbänderten Stengels die Exemplare mit 4 Staubgefäßen, während diese Blüten normalerweise 5 haben. Meine Untersuchung ergab:

I. unter 155 untersuchten Blüten von verbänderten Stengeln :

|    |                             |   |
|----|-----------------------------|---|
|    | 2 Blüten mit 2 Staubgefäßen |   |
| 43 | „ „ 3                       | „ |
| 63 | „ „ 4                       | „ |
| 46 | „ „ 5                       | „ |
| 1  | Blüte „ 6                   | „ |

II. unter 145 untersuchten Blüten von normalen Zweigen verbänderter Stengel :

|    |                             |   |
|----|-----------------------------|---|
|    | 2 Blüten mit 2 Staubgefäßen |   |
| 35 | „ „ 3                       | „ |
| 59 | „ „ 4                       | „ |
| 48 | „ „ 5                       | „ |
| 1  | Blüte „ 6                   | „ |

Dabei trat noch eine andere merkwürdige Erscheinung zu Tage. Auf den normalen Zweigen verbänderter Stengel fanden sich weit mehr gedrehte Blüten als auf dem verbänderten Stengel. Diese Tatsache scheint mir, in Beziehung zu der Tatsache zu stehen, daß die runden Zweige des verbänderten Stengels immer linksdrehend sind.

Die Narbe ist bei verbänderten Stengeln schmal und dreilappig, beim normalen dagegen stehen die drei dicken Lappen so dicht zusammen, daß sie ein vollständiges Kügelchen bilden. Die eine Ursache, weshalb die verbänderten Arten dieser Pflanze bezüglich ihrer Befruchtungsfähigkeit schwächer sind, kann man in diesem Unterschiede der Narben beider Formen suchen. Eine andere Ursache ruht wahrscheinlich in den unvollkommenen Pollenkörnern. Außer stark abweichender Pollengröße sind öfters sterile Pollen zu beobachten.

Bei meiner Gewächshauskultur erreichte es sich öfters, daß verbänderte Griffel und Blütenstände einander begleiteten. Diese befanden sich immer am Stammscheitel. Deshalb war diese

Erscheinung nur an den Endblütenknospen zu beobachten. Zum Beispiel hatte ein Exemplar 12 Kelche, 11 Staubgefäße und 2 Griffel, deren einer verbändert war. Ein anderes Exemplar hatte 11 Kelche, achtlappige Kronenblätter, 8 Staubblätter und 1 Griffel, welcher an der Basis verbändert war, und dessen Spitze sich zu 2 normalen, linksgedrehten Griffelchen verzweigte. Sowohl diese beinahe doppelte Anzahl von Kelchen, Staubblättern und Griffeln, als auch die eingebuchtete Gestalt sämtlicher Kronenblätter, zeigt deutlich, daß solche Blüten durch Adhäsion von 2 oder 3 Blüten entstanden sind.

**Die Wurzel:** An der Wurzel konnte ich keine morphologischen Veränderungen beobachten.

Beiläufig will ich hier einiges, was ich in japanischen Büchern über die fasziierten Formen von *Pharbitis hederacea* CHOIS. gefunden habe, einfügen.

Bereits in dem im Jahre 1815 veröffentlichten „Kwadan-asagawo-tsū“<sup>i)</sup> ist eine einfache Abbildung von verbänderten *Pharbitis hederacea* CHOIS. zu finden. Die Breite des Stengels ist etwa 2 cm, nach der Spitze allmählich schmaler werdend. Sie ist mit ziemlich wenigen Blättern versehen.

Im „Asagawo-sō“<sup>ii)</sup> von 1817 kann man 3 Exemplare finden, deren Blätter klein und zahlreich und deren Blüten klein sind. In den Schlußbemerkungen heißt es merkwürdigerweise, daß es unzweckmäßig ist, die Verbänderung durch Samen von verbänderten Exemplaren zu erhalten zu versuchen, da Verbänderungen aus dicken Formen oft unvermittelt hervortreten.

Ein Jahr später—also 1818—wurde ein Exemplar, welches auch mit kleinen zahlreichen Blättern und kleinen Blüten versehen war, im „Kengiukwa-mizu-kagami“<sup>iii)</sup> gezeichnet. In den Schlußbemerkungen kann man lesen, daß die Blätter und Blüten der fasziierten Exemplare sehr abweichend seien, und daß es ohne Hilfe von Mutterpflanzen sehr schwierig sei, Verbänderung aufzutre-

i) VON KOTENDŌ-SHŪJIN. Bd. II, S. 74.

ii) VON SHIJU-AN. Bd. I, SS. 16 u. 50; Bd II, S. 64.

iii) VON SHŪSUI YOZUMI, Bd. I, S. 50.

ten zu lassen. Schon in dieser Zeit also war die Erbllichkeit der Verbänderung deutlich erkannt.

Außerdem sind im „Santo-itchō“ (1848)<sup>i)</sup>, im „Asagawo-sanjürokkwasen“ (1753)<sup>ii)</sup> und im „Tohi-shūkiō“ (1854)<sup>iii)</sup> fast gleiche Exemplare abgebildet zu finden.

Erst im „Ryō-chi-shū“ vom Jahre 1855<sup>iv)</sup> fand ich ein mit Buntblättern versehenes Exemplar. Die Erscheinung fünfzipflicher, statt trichterförmiger, Blüten war schon an den faszierten Formen im Jahre 1818<sup>v)</sup> beobachtet worden.

Aus diesen Bemerkungen ist zu ersehen, daß auch die Fasziation von *Pharbitis hederacea* CHOIS. anfangs plötzlich auftritt und sich durch Vererbung fixieren läßt, wie das bei den meisten faszierten Pflanzen der Fall ist.

### III. Kulturversuche.

Ich hatte die Kulturversuche in der kalten Zeit des Jahres zu beginnen, da ich von den Pflanzen, welche zu dem Zwecke kultiviert worden waren, möglichst viele Samen zu erhalten, erst Ende Oktober 1913 die nötige Zahl von Samen sammeln konnte. Deshalb bediente ich mich der Wasserkultur und daneben zum Vergleich gleichzeitig der Sandkultur im Gewächshause. Das hatte verschiedene Vorteile. Erstens konnte ich dadurch eine ungleichmäßige Verteilung der Nährstoffe und der Feuchtigkeit vermeiden. Beim Wasserkulturversuch A, welcher von Dezember 1913 bis Februar 1914 dauerte, konnte ich leider eine ungenügende Beleuchtung und Erwärmung nicht vermeiden. Zweitens konnte ich dabei feststellen, ob die bisherigen Erdkulturergebnisse von denen der Wasserkultur abwichen oder nicht.

Die Wasserkultur wurde in der üblichen Weise ausgeführt. In ein Kulturgefäß wurden gewöhnlich 4 Keimlinge gesteckt. Als Kulturflüssigkeit wurde Knopsche Lösung benutzt.

i) von TOMEJIRŌ NARITAYA, Bd. III, SS. 10 u. 24.

ii) von BANKWA-EN, S. 10.

iii) von TOMEJIRŌ NARITAYA, cit. im „Asagawo-baiyōzenshō“ (1895) von KYŪTARŌ KADZUMÉ, S. 119.

iv) von TOMEJIRŌ NARITAYA, S. 20.

v) „Kengiyukwa-mizu-kagami“, (l. c.)

Für die Sandkultur bediente ich mich des Quarzsandes, welcher mit etwa 20% igem HCl für 24 Stunden behandelt und dann mit Leitungswasser gewaschen wurde, bis fast keine Spur von HCl mehr erkennbar war. Der so behandelten Sand wurde in ca. 200 ccm fassende Töpfchen getan.

Schließlich scheint es mir noch wichtig zu sein, hier einiges über die individuelle Verschiedenheit der Keimgeschwindigkeit und über die Keimlingsauslese hinzuzufügen. Die zuerst gekeimten Keimlinge wuchsen im allgemeinen auch später noch schneller als die später gekeimten. Dies ist unvermeidlich (12). Ich wählte daher immer die kräftigsten und künftige Verbänderung andeutenden Keimlingen aus. Ich nahm gleichzeitig stets so viele Keimlinge wie ich Kulturgefäße hatte oder ein Mehrfaches dieser Zahl, wenn im Sägemehl genügend Keimlinge vorhanden waren. Ich bestrebe mich möglichst, die Keimlinge auszuwählen, die eine spätere Verbänderung andeuteten. Sie charakterisierten sich selbst in dieser Entwicklungsstufe ziemlich gut, indem sich die Stiele der Keimblätter miteinander verwachsend entwickelten, wodurch zwischen den beiden Stielen neue Leisten und Furchen entstanden.

### 1.) Wasserkultur.

#### *Versuch A.*

Bei diesem Versuche mußte ich mich des Raumes wegen beschränken. Ich versuchte, die Verbänderung durch zu dünne Nährflüssigkeit hervorzurufen<sup>1)</sup>, und nahm deshalb die 0,2‰, 1,0‰ und 2,0‰ igen Knopschen Lösungen.

Die Samen wurden am 5. Dezember 1913 in Sägespäne ausgesät, am 20. vom Keimbette entfernt und nach sorgfältiger Auswahl, möglichst verbänderbare Exemplare zu erhalten, in die Kulturgefäße gesteckt. Die Kulturgefäße, welche je 4 Keimlinge enthielten, wurden in ein Gewächshaus mit Glasdach gestellt. Nach je 2 Wochen wurden die Nährlösungen einmal erneuert. Das wurde bis zum 6. Februar 1914 fortgesetzt. Die Ergebnisse dieses Versuches sind in den Tabellen I und II angegeben.

---

i) Da der Überschuß an Nahrung gewöhnlich als Ursache der Verbänderung angesehen wird, wollte ich diese Tatsache auch von ihrer negativen Seite her bestätigen.

TABELLE I.

## 1.) 0,2‰ Lösung.

| Nr. der Individ. | Länge des Stengels in cm | Breite u. Dicke des Stengels an der Basis in cm |       | Breite u. Dicke d. Stengels an der breitest. Stelle in cm |       | Zahl der Blätter | Totalsumme des Trockengewichts in gr |
|------------------|--------------------------|---|-------|---|-------|------------------|--------------------------------------|
|                  |                          | Breite  | Dicke | Breite  | Dicke |                  |                                      |
| 1                | 25,4                     | 0,19  | 0,19  | —   | — *   | 11               | 3,79                                 |
| 2                | 11,8                     | 0,22  | 0,18  | 0,24  | 0,11  | 12               |                                      |
| 3                | 8,2                      | 0,15  | 0,15  | —   | — *   | 7                |                                      |
| 4                | 10,2                     | 0,18  | 0,18  | 0,18  | 0,10  | 8                |                                      |
| 5                | 15,1                     | 0,25  | 0,25  | —   | — *   | 12               |                                      |
| 6                | 16,4                     | 0,18  | 0,18  | —   | — *   | 8                |                                      |
| 7                | 8,0                      | 0,22  | 0,22  | —   | — *   | 7                |                                      |
| Durchschnitt     | <b>13,6</b>              | 0,20  | 0,19  | <b>0,21</b>   | 0,10  | <b>9</b>         | <b>0,54</b>                          |

## 2.) 1,0‰ Lösung.

| Nr. der Individ. | Länge des Stengels in cm | Breite u. Dicke d. Stgl. an d. Basis in cm |       | Breite u. Dicke d. Stgl. an d. breitest. Stelle in cm. |       | Zahl der Blätter | Totalsumme des Trockengewichts in gr |
|------------------|--------------------------|--|-------|--|-------|------------------|--------------------------------------|
|                  |                          | Breite                                     | Dicke | Breite   | Dicke |                  |                                      |
| 1                | 15,3                     | 0,21                                       | 0,21  | 0,35   | 0,21  | 11               | 2,73                                 |
| 2                | 58,4                     | 0,37                                       | 0,25  | 0,40   | 0,21  | 22               |                                      |
| 3                | 13,1                     | 0,20                                       | 0,20  | —  | — *   | 9                |                                      |
| 4                | 17,7                     | 0,17                                       | 0,17  | 0,27   | 0,15  | 11               |                                      |
| Durchschnitt     | <b>26,1</b>              | 0,24                                       | 0,21  | <b>0,34</b>  | 0,19  | <b>13</b>        | <b>0,68</b>                          |

## 3.) 2,0‰ Lösung.

| Nr. der Individ. | Länge des Stengels in cm | Breite u. Dicke d. Stgl. an d. Basis in cm |       | Breite u. Dicke d. Stgl. an d. breitest. Stelle in cm |       | Zahl der Blätter | Totalsumme des Trockengewichts in gr |
|------------------|--------------------------|--|-------|---|-------|------------------|--------------------------------------|
|                  |                          | Breite                                     | Dicke | Breite  | Dicke |                  |                                      |
| 1                | 42,6                     | 0,24                                       | 0,24  | 0,28  | 0,07  | 21               | 5,22                                 |
| 2                | 14,4                     | 0,22                                       | 0,15  | 0,50  | 0,18  | 19               |                                      |
| 3                | 12,1                     | 0,18                                       | 0,18  | —   | — *   | 8                |                                      |
| 4                | 8,4                      | 0,17                                       | 0,17  | —   | — *   | 8                |                                      |
| 5                | 19,5                     | 0,15                                       | 0,15  | 0,45  | 0,17  | 12               |                                      |
| 6                | 31,0                     | 0,24                                       | 0,24  | 0,50  | 0,12  | 27               |                                      |
| 7                | 11,2                     | 0,18                                       | 0,18  | —   | — *   | 9                |                                      |
| 8                | 18,1                     | 0,21                                       | 0,21  | —   | — *   | 11               |                                      |
| Durchschnitt     | <b>19,7</b>              | 0,20                                       | 0,18  | <b>0,43</b>   | 0,14  | <b>14</b>        | <b>0,65</b>                          |

(\* nicht verbändert.)

TABELLE II.  
(Kontrollversuch.)

## 1'.) 0,2 ‰ Lösung.

| Nr. der Individ. | Länge des Stengels in cm | Durchmesser d. Stengels in cm | Zahl der Blätter | Totalsumme d. Trockengewichts in gr |
|------------------|--------------------------|-------------------------------|------------------|-------------------------------------|
| 1                | 40,6                     | 0,22                          | 12               | } 2,87                              |
| 2                | 21,3                     | 0,20                          | 9                |                                     |
| 3                | 4,4                      | 0,16                          | 5                |                                     |
| 4                | 37,3                     | 0,20                          | 14               |                                     |
| Durchschnitt     | <b>25,9</b>              | <b>0,20</b>                   | <b>10</b>        | <b>0,72</b>                         |

## 2'.) 1,0 ‰ Lösung.

| Nr. der Individ. | Länge des Stengels in cm | Durchmesser d. Stgl. in cm | Zahl der Blätter | Totalsumme d. Trockengewichts in gr |
|------------------|--------------------------|----------------------------|------------------|-------------------------------------|
| 1                | 13,6                     | 0,28                       | 17               | } 2,13                              |
| 2                | 5,3                      | 0,21                       | 7                |                                     |
| 3                | 7,2                      | 0,22                       | 7                |                                     |
| Durchschnitt     | <b>8,7</b>               | <b>0,24</b>                | <b>10</b>        | <b>0,71</b>                         |

## 3'.) 2,0 ‰ Lösung.

| Nr. der Individ. | Länge des Stengels in cm | Durchmesser d. Stgl. in cm. | Zahl der Blätter | Totalsumme d. Trockengewichts in gr |
|------------------|--------------------------|-----------------------------|------------------|-------------------------------------|
| 1                | 8,4                      | 0,20                        | 6                | } 3,16                              |
| 2                | 61,1                     | 0,25                        | 18               |                                     |
| 3                | 9,3                      | 0,18                        | 7                |                                     |
| 4                | 65,5                     | 0,16                        | 16               |                                     |
| Durchschnitt     | <b>36,1</b>              | <b>0,20</b>                 | <b>12</b>        | <b>0,79</b>                         |

Aus obigen Tabellen sieht man, daß in jeder Reihe trotz der Auswahl die normalen oder hier richtiger gesagt: atavistischen Formen noch sehr zahlreich sind. Aber es ist meiner Ansicht nach nicht richtig, die atavistischen Formen als die Folge der Konzentrationsdifferenz der Nährlösungen zu betrachten, da diese Formen auch unter den mit stärkeren, wie z. B. 2,0 ‰ igen Nährlösungen kultivierten Exemplaren ziemlich zahlreich vorkommen. Leider konnte ich diesen Versuch nicht auch mit den

konzentrierteren Nährlösungen anstellen. Durch eine Gegenüberstellung hätte man vielleicht erklären können, ob die Ursache jener zahlreichen atavistischen Formen in dem Grade der Fixierung der vererbten Eigenschaft oder in der Versuchsanordnung liegt.

Bei drei Reihen nimmt die durchschnittliche Zahl der Blätter mit der Konzentration der Nährlösung zu, während die durchschnittlichen Länge und Breite des Stengels und das Trockengewicht bei der 2. Reihe in Tabelle I am größten sind.

Beim Kontrollversuch nehmen die Zahlen mit der Konzentration der Nährlösung zu. Ferner sind die Unterschiede zwischen den Reihen mit Ausnahme der Länge in der 2'. Reihe merkwürdig gering.

Die in der 2. Reihe vorkommende relative durchschnittliche Trockengewichtszunahme kommt daher, daß diese Reihe weniger atavistische Formen enthielt. Die geringere durchschnittliche Länge in der 2'. Reihe beruht darauf, daß ihre Exemplare zu einer anderen Varietät gehörten, welche sich durch die Eigenschaften zu kriechen und sich mehr zu verzweigen unterscheidet und welche im allgemeinen dicker ist.

Zusammenfassend muß festgestellt werden, daß aus diesen Daten kein endgültiger Schluß gezogen werden kann.

#### *Versuch B.*

Im ersten Versuche konnte ich nicht mit den konzentrierteren Nährlösungen untersuchen. Bei diesem benutzte ich jedoch folgende sechs Grade der Knopschen Lösungen : 0,1‰, 0,5‰, 1,0‰, 2,0‰, 5,0‰ und 10,0‰.

Die Samen wurden am 10. Februar 1914 in die Sägemehlschüssel ausgesät, am 27. vom Keimbette entfernt und nach gleich sorgfältiger Auswahl wie beim letzten Versuche in die Kulturgefäße gesteckt. Auch diese Kulturgefäße wurden im Gewächshause unter dem Glasdache aufgestellt.

Die Resultate sind in den Tabellen III und IV angegeben.

TABELLE III.

1.) 0,1<sup>0</sup>/<sub>00</sub> Lösung.

| Nr. der Individ. | Länge des Stengels in cm | Breite u. Dicke des Stengels an d. breitest. Stelle in cm |       | Zahl der Blätter | Totalsumme d. Trockengewichts in gr. |
|------------------|--------------------------|---|-------|------------------|--------------------------------------|
|                  |                          | Breite  | Dicke |                  |                                      |
| 1                | 1,6                      | 0,30  | 0,25  | 3                | } 1,190                              |
| 2                | 2,5                      | 0,20  | ?     | 2                |                                      |
| 3                | 2,0                      | 0,15  | ?     | 2                |                                      |
| 4                | 4,0                      | 0,20  | ?     | 3                |                                      |
| 5                | 1,2                      | ?   | ?     | 2                |                                      |
| 6                | 8,5                      | 0,25  | ?     | 4                |                                      |
| Durchschnitt     | <b>3,3</b>               | <b>0,21</b>   | —     | <b>3</b>         | <b>0,198</b>                         |

2.) 0,5<sup>0</sup>/<sub>00</sub> Lösung.

| Nr. der Individ. | Länge des Stengels in cm | Breite u. Dicke des Stengels an d. breitest. Stelle in cm |       | Zahl der Blätter | Totalsumme d. Trockengewichts in gr. |
|------------------|--------------------------|---|-------|------------------|--------------------------------------|
|                  |                          | Breite  | Dicke |                  |                                      |
| 1                | 4,0                      | 0,22  | 0,13  | 9                | } 1,150                              |
| 2                | 1,8                      | 0,20  | 0,20  | 2                |                                      |
| 3                | 1,3                      | 0,20  | 0,20  | 4                |                                      |
| 4                | 7,0                      | 0,40  | 0,30  | 6                |                                      |
| 5                | 9,0                      | 0,40  | 0,20  | 11               |                                      |
| Durchschnitt     | <b>4,7</b>               | <b>0,28</b>   | 0,20  | <b>5</b>         | <b>0,230</b>                         |

3.) 1,0<sup>0</sup>/<sub>00</sub> Lösung.

| Nr. der Individ. | Länge des Stengels in cm | Breite u. Dicke des Stengels an d. breitest. Stelle in cm |       | Zahl der Blätter | Totalsumme d. Trockengewichts in gr. |
|------------------|--------------------------|---|-------|------------------|--------------------------------------|
|                  |                          | Breite  | Dicke |                  |                                      |
| 1                | 3,0                      | 0,20  | 0,20  | 5                | } 1,250                              |
| 2                | 1,1                      | ?   | ?     | 2                |                                      |
| 3                | 0,8                      | ?   | ?     | 2                |                                      |
| 4                | 14,0                     | 0,40  | 0,20  | 10               |                                      |
| 5                | 9,0                      | 0,60  | 0,20  | 12               |                                      |
| Durchschnitt     | <b>5,6</b>               | <b>0,40</b>   | 0,20  | <b>6</b>         | <b>0,250</b>                         |

## 4.) 2,0‰ Lösung.

| Nr. der Individ.    | Länge des Stengels in cm | Breite u. Dicke d. Stengels an d. breitest. Stelle in cm |       | Zahl der Blätter | Totalsumme d. Trockengewichts in gr |
|---------------------|--------------------------|--|-------|------------------|-------------------------------------|
|                     |                          | Breite   | Dicke |                  |                                     |
| 1                   | 15,0                     | 0,60   | 0,25  | 12               | } 1,626                             |
| 2                   | 13,0                     | 0,50   | 0,25  | 10               |                                     |
| 3                   | 5,5                      | 0,30   | 0,20  | 7                |                                     |
| 4                   | 1,5                      | ?  | ?     | 2                |                                     |
| <b>Durchschnitt</b> | <b>8,8</b>               | <b>0,47</b>  | 0,23  | <b>8</b>         | <b>0,407</b>                        |

## 5.) 5,0‰ Lösung.

| Nr. der Individ.    | Länge des Stengels in cm | Breite u. Dicke d. Stengels an d. breitest. Stelle in cm |       | Zahl der Blätter | Totalsumme d. Trockengewichts in gr |
|---------------------|--------------------------|--|-------|------------------|-------------------------------------|
|                     |                          | Breite   | Dicke |                  |                                     |
| 1                   | 0,5                      | ?  | ?     | 1                | } 1,190                             |
| 2                   | 13,3                     | 0,40   | 0,17  | 12               |                                     |
| 3                   | 7,0                      | 0,30   | 0,20  | 7                |                                     |
| 4                   | 5,1                      | 0,25   | 0,15  | 7                |                                     |
| 5                   | 1,0                      | ?  | ?     | 1                |                                     |
| <b>Durchschnitt</b> | <b>5,4</b>               | <b>0,31</b>  | 0,17  | <b>6</b>         | <b>0,238</b>                        |

## 6.) 10,0‰ Lösung.

| Nr. der Individ.    | Länge des Stengels in cm | Breite u. Dicke d. Stengels an d. breitest. Stelle in cm |       | Zahl der Blätter | Totalsumme d. Trockengewichts in gr |
|---------------------|--------------------------|--|-------|------------------|-------------------------------------|
|                     |                          | Breite   | Dicke |                  |                                     |
| 1                   | 5,0                      | 0,30   | 0,15  | 7                | } 1,160                             |
| 2                   | 6,5                      | 0,27   | 0,15  | 5                |                                     |
| 3                   | 10,5                     | 0,35   | 0,15  | 8                |                                     |
| 4                   | 8,0                      | 0,30   | 0,20  | 7                |                                     |
| <b>Durchschnitt</b> | <b>7,5</b>               | <b>0,31</b>  | 0,16  | <b>7</b>         | <b>0,290</b>                        |

(Das Zeichen? zeigt an, daß die Messung der Breite oder Dicke des Stengels wegen des Verwachsenseins der Keimblattstiele mit dem Stengel schwierig war.)

TABELLE IV.  
(Kontrollversuch.)

1'.) 0,1<sup>0</sup>/<sub>00</sub> Lösung.

| Nr. d. Individ. | Länge des Stengels in cm | Durchmesser d. Stengels in cm | Zahl der Blätter | Totalsumme d. Trockengewichts in gr |
|-----------------|--------------------------|-------------------------------|------------------|-------------------------------------|
| 1               | 51,0                     | 0,15                          | 7                | } 0,630                             |
| 2               | 5,5                      | 0,20                          | 4                |                                     |
| Durchschnitt    | <b>28,3</b>              | <b>0,18</b>                   | <b>6</b>         | <b>0,315</b>                        |

2'.) 0,5<sup>0</sup>/<sub>00</sub> Lösung.

| Nr. d. Individ. | Länge des Stengels in cm | Durchmesser d. Stengels in cm | Zahl der Blätter | Totalsumme d. Trockengewichts in gr |
|-----------------|--------------------------|-------------------------------|------------------|-------------------------------------|
| 1               | 51,8                     | 0,20                          | 6                | } 1,660                             |
| 2               | 28,0                     | 0,25                          | 6                |                                     |
| 3               | 60,0                     | 0,25                          | 8                |                                     |
| Durchschnitt    | <b>46,6</b>              | <b>0,23</b>                   | <b>7</b>         | <b>0,553</b>                        |

3'.) 1,0<sup>0</sup>/<sub>00</sub> Lösung.

| Nr. d. Individ. | Länge des Stengels in cm | Durchmesser d. Stengels in cm | Zahl der Blätter | Totalsumme d. Trockengewichts in gr |
|-----------------|--------------------------|-------------------------------|------------------|-------------------------------------|
| 1               | 16,5                     | 0,25                          | 10               | } 2,070                             |
| 2               | 55,0                     | 0,20                          | 7                |                                     |
| Durchschnitt    | <b>35,7</b>              | <b>0,23</b>                   | <b>9</b>         | <b>1,035</b>                        |

4'.) 2,0<sup>0</sup>/<sub>00</sub> Lösung.

| Nr. d. Individ. | Länge des Stengels in cm | Durchmesser d. Stengels in cm | Zahl der Blätter | Totalsumme d. Trockengewichts in gr |
|-----------------|--------------------------|-------------------------------|------------------|-------------------------------------|
| 1               | 19,8                     | 0,25                          | 5                | } 2,265                             |
| 2               | 55,0                     | 0,20                          | 11               |                                     |
| 3               | 9,5                      | 0,25                          | 5                |                                     |
| 4               | 5,0                      | 0,15                          | 5                |                                     |
| Durchschnitt    | <b>22,3</b>              | <b>0,21</b>                   | <b>7</b>         | <b>0,564</b>                        |

## 5.) 5,0‰ Lösung.

| Nr. d. Individ. | Länge des Stengels in cm | Durchmesser d. Stengels in cm | Zahl der Blätter | Totalsumme d. Trockengewichts in gr |
|-----------------|--------------------------|-------------------------------|------------------|-------------------------------------|
| 1               | 88,5                     | 0,20                          | 10               | } 4,000                             |
| 2               | 86,1                     | 0,20                          | 15               |                                     |
| 3               | 61,0                     | 0,30                          | 8                |                                     |
| Durchschnitt    | <b>78,5</b>              | <b>0,23</b>                   | <b>11</b>        | <b>1,333</b>                        |

## 6.) 10,0‰ Lösung.

| Nr. d. Individ. | Länge des Stengels in cm | Durchmesser d. Stengels in cm | Zahl der Blätter | Totalsumme d. Trockengewichts in gr |
|-----------------|--------------------------|-------------------------------|------------------|-------------------------------------|
| 1               | 10,5                     | 0,15                          | 4                | } 3,850                             |
| 2               | 38,0                     | 0,15                          | 7                |                                     |
| 3               | 44,0                     | 0,20                          | 6                |                                     |
| 4               | 72,5                     | 0,25                          | 12               |                                     |
| Durchschnitt    | <b>41,2</b>              | <b>0,19</b>                   | <b>7</b>         | <b>0,962</b>                        |

Aus obigen Daten kann man leicht ersehen, daß die für das Auftreten der Verbänderung günstigste Nährlösung nicht immer die stärkere, sondern die Normallösung ist. Diese Tatsache scheint mit der Ansicht von DE VRIES (27, 29, 31), HUS (9) u. a. und mit der der meisten Gärtner im Widerspruche zu stehen. DE VRIES sagt über die Kultur von *Crepis biennis fasciata*, daß man den Prozentsatz der verbänderten Exemplare durch schlechte Düngung herabsetzen kann. Daraus folgt, daß man ihn durch starke Düngung erhöhen kann und zwar auf eine so hohe Zahl (85%), daß man glauben könnte, daß sich bei noch besserer Fürsorge sämtliche Individuen verbändern.

Woher mag dieser Unterschied kommen? Bevor ich aber in die Erörterung über diesen Unterschied eintrete, muß ich noch erwähnen, daß bei den in 10,0‰ iger Lösung kultivierten Exemplaren die durchschnittlichen Zahlen wieder steigen, wenn auch nur um ein Geringes, während die Zahlen von der 2,0‰ igen Lösung sowohl nach den weniger, als auch nach den stärker konzentrierten Lösungen hin abnehmen. Jene Zunahme wird wahrscheinlich

durch den Einfluß der kotyledonalen Reservestoffe hervorgerufen. Diese Frage soll der nächste Versuch beantworten.

Beim Kontrollversuche steht die 5'. Reihe bez. der durchschnittlichen Zahlen an erster Stelle. Ihr folgt die 3'. und dieser die 6'. Reihe.

Obgleich auf Tabelle III die 4. Reihe hervortritt, stimmen diese beiden Fälle in der Tatsache überein, daß die Reihen 6 bez. 6' in ihren durchschnittlichen Daten zurückbleiben, daß also die starken Nährlösungen das Wachstum nicht immer begünstigen (2).

#### Versuch C.

In den bisherigen Versuchen konnte ich nicht vermeiden, daß die Reservestoffe in den Keimblättern in verschiedenen Graden beim Wachstum als Ernährungsquelle benutzt wurden. Um diesen Umstand möglichst auszuschalten, wählte ich eine Anzahl von Samen von bestimmten Gewicht aus. Ich nahm für diesen Versuch Samen von verbänderten Exemplaren im Gewicht von 60 mgr und von unverbänderten von 70 mgr.

Die Samen wurden am 1. April 1914 in Sägespäne ausgesät, am 11. vom Keimbette entfernt und nach Auswahl unter dem alten Gesichtspunkte in die Kulturgefäße gesteckt. Der Versuch dauerte bis zum 18. Mai.

Die erhaltenen Resultate sind in folgenden Tabellen angegeben.

TABELLE V.\*

#### 1.) 0,5‰ Lösung.

| Nr. der Individ. | Länge des Stengels in cm | Breite u. Dicke d. Stgl. an d. Basis in cm |       | Breite u. Dicke d. Stgl. an d. breit. Stelle in cm |       | Zahl der Blätter | Totalsumme d. Trockengewichts in gr |
|------------------|--------------------------|--|-------|--|-------|------------------|-------------------------------------|
|                  |                          | Breite                                     | Dicke | Breite   | Dicke |                  |                                     |
| 1                | 9,0                      | 0,25                                       | ?     | 0,40   | 0,30  | 6                | } 2,03                              |
| 2                | 0,7                      | ?  | ?     | ?  | ?     | 1                |                                     |
| 3                | 2,5                      | 0,30                                       | ?     | ?  | ?     | 2                |                                     |
| 4                | 0,9                      | 0,20                                       | ?     | ?  | ?     | 2                |                                     |
| 5                | 4,5                      | 0,25                                       | ?     | 0,50   | 0,30  | 10               |                                     |
| 6                | 5,5                      | 0,25                                       | ?     | 0,40   | 0,30  | 9                |                                     |
| Durchschnitt     | <b>3,85</b>              | 0,25                                       | —     | <b>0,43</b>  | 0,30  | <b>5</b>         | <b>0,340</b>                        |

\* Die in 0,1‰ iger Nährlösung kultivierten Exemplare waren in ihrer Entwicklung so schwach, daß die Messung der Länge, Breite und Dicke des Stengels fast unmöglich war. Deshalb sind sie hier nicht angegeben.

2.) 1,0<sup>0</sup>/<sub>00</sub> Lösung.

| Nr. der Individ. | Länge des Stengels in cm | Breite u. Dicke d. Stgl. an d. Basis in cm |       | Breite u. Dicke d. Stgl. an d. breitest. Stelle in cm |       | Zahl der Blätter | Totalsumme d. Trockengewichts in gr |
|------------------|--------------------------|--|-------|---|-------|------------------|-------------------------------------|
|                  |                          | Breite                                     | Dicke | Breite  | Dicke |                  |                                     |
| 1                | 8,0                      | 0,25                                       | 0,25  | 0,40  | 0,30  | 14               | } 3,42                              |
| 2                | 14,3                     | 0,25                                       | 0,25  | 0,40  | 0,30  | 17               |                                     |
| 3                | 4,7                      | 0,35                                       | 0,25  | 0,45  | 0,35  | 9                |                                     |
| 4                | 15,0                     | 0,30                                       | 0,20  | 0,50  | 0,20  | 13               |                                     |
| 5                | 1,3                      | 0,20                                       | ?     | ?   | ?     | 2                |                                     |
| 6                | 13,0                     | 0,25                                       | 0,30  | 0,50  | 0,25  | 15               |                                     |
| 7                | 10,5                     | 0,40                                       | 0,45  | 0,60  | 0,25  | 15               |                                     |
| Durchschnitt     | <b>9,54</b>              | 0,29                                       | 0,28  | <b>0,48</b>   | 0,28  | <b>12</b>        | <b>0,490</b>                        |

3.) 2,0<sup>0</sup>/<sub>00</sub> Lösung.

| Nr. der Individ. | Länge des Stengels in cm | Breite u. Dicke d. Stgl. an d. Basis in cm |       | Breite u. Dicke d. Stgl. an d. breitest. Stelle in cm |       | Zahl der Blätter | Totalsumme d. Trockengewichts in gr |
|------------------|--------------------------|--|-------|---|-------|------------------|-------------------------------------|
|                  |                          | Breite                                     | Dicke | Breite  | Dicke |                  |                                     |
| 1                | 6,0                      | 0,40                                       | 0,20  | 0,55  | 0,30  | 9                | } 2,50                              |
| 2                | 17,0                     | 0,30                                       | 0,25  | 0,35  | 0,15  | 11               |                                     |
| 3                | 10,0                     | 0,25                                       | 0,25  | 0,25  | 0,15  | 8                |                                     |
| 4                | 9,0                      | 0,25                                       | ?     | 0,25  | 0,20  | 7                |                                     |
| 5                | 10,0                     | 0,35                                       | 0,30  | 0,50  | 0,20  | 11               |                                     |
| 6                | 9,0                      | 0,25                                       | 0,30  | 0,40  | 0,25  | 9                |                                     |
| Durchschnitt     | <b>10,10</b>             | 0,30                                       | 0,26  | <b>0,38</b>   | 0,21  | <b>9</b>         | <b>0,417</b>                        |

4.) 5,0<sup>0</sup>/<sub>00</sub> Lösung.

| Nr. der Individ. | Länge des Stengels in cm | Breite u. Dicke d. Stgl. an d. Basis in cm |       | Breite u. Dicke d. Stgl. an d. breitest. Stelle in cm |       | Zahl der Blätter | Totalsumme d. Trockengewichts in gr |
|------------------|--------------------------|--|-------|---|-------|------------------|-------------------------------------|
|                  |                          | Breite                                     | Dicke | Breite  | Dicke |                  |                                     |
| 1                | 9,0                      | 0,35                                       | 0,30  | 0,45  | 0,30  | 8                | } 4,67                              |
| 2                | 17,0                     | 0,30                                       | 0,35  | 0,55  | 0,25  | 12               |                                     |
| 3                | 14,0                     | 0,25                                       | 0,30  | 0,40  | 0,30  | 8                |                                     |
| 4                | 15,0                     | 0,30                                       | 0,35  | 0,45  | 0,20  | 10               |                                     |
| 5                | 25,0                     | 0,25                                       | 0,25  | 0,50  | 0,25  | 14               |                                     |
| 6                | 26,0                     | 0,35                                       | 0,25  | 0,40  | 0,20  | 13               |                                     |
| 7                | 29,0                     | 0,30                                       | 0,25  | 0,50  | 0,15  | 17               |                                     |
| Durchschnitt     | <b>19,30</b>             | 0,30                                       | 0,29  | <b>0,46</b>   | 0,24  | <b>12</b>        | <b>0,667</b>                        |

## 5.) 10,0‰ Lösung.

| Nr. der Individ. | Länge des Stengels in cm | Breite u. Dicke d. Stgl. an d. Basis in cm |             | Breite u. Dicke d. Stgl. an d. breitest. Stelle in cm |             | Zahl der Blätter | Totalsumme d. Trockengewichts in gr |
|------------------|--------------------------|--|-------------|---|-------------|------------------|-------------------------------------|
|                  |                          | Breite                                     | Dicke       | Breite  | Dicke       |                  |                                     |
| 1                | 20,3                     | 0,30                                       | 0,25        | 0,55  | 0,15        | 14               | } 4,52                              |
| 2                | 31,5                     | 0,25                                       | 0,25        | 0,30  | 0,15        | 13               |                                     |
| 3                | 21,0                     | 0,30                                       | 0,35        | 0,40  | 0,15        | 10               |                                     |
| 4                | 9,0                      | 0,20                                       | ?           | 0,35  | 0,25        | 8                |                                     |
| 5                | 14,5                     | 0,30                                       | 0,35        | 0,50  | 0,30        | 9                |                                     |
| 6                | 18,0                     | 0,30                                       | 0,25        | 0,45  | 0,20        | 11               |                                     |
| Durchschnitt     | <b>19,05</b>             | <b>0,28</b>                                | <b>0,29</b> | <b>0,43</b>   | <b>0,20</b> | <b>11</b>        | <b>0,753</b>                        |

TABELLE VI.  
(Kontrollversuch.)

## 1'.) 0,5‰ Lösung.

| Nr. d. Individ. | Länge d. Stengels in cm | Durchmesser d. Stengels in cm | Zahl der Blätter | Totalsumme d. Trockengew. in cm |
|-----------------|-------------------------|-------------------------------|------------------|---------------------------------|
| 1               | 34,1                    | 0,30                          | 9                | 1,12                            |

## 2'.) 1,0‰ Lösung.

| Nr. d. Individ. | Länge d. Stengels in cm | Durchmesser d. Stengels in cm | Zahl der Blätter | Totalsumme d. Trockengew. in cm |
|-----------------|-------------------------|-------------------------------|------------------|---------------------------------|
| 1               | 20,5                    | 0,25                          | 16               | 0,565                           |

## 3'.) 2,0‰ Lösung.

| Nr. d. Individ. | Länge d. Stengels in cm | Durchmesser d. Stengels in cm | Zahl der Blätter | Totalsumme d. Trockengew. in cm |
|-----------------|-------------------------|-------------------------------|------------------|---------------------------------|
| 1               | 35,5                    | 0,25                          | 17               | } 2,95                          |
| 2               | 13,5                    | 0,30                          | 16               |                                 |
| Durchschnitt    | <b>24,5</b>             | <b>0,28</b>                   | <b>17</b>        | <b>1,475</b>                    |

## 4'.) 5,0‰ Lösung.

| Nr. d. Individ. | Länge d. Stengels in cm | Durchmesser d. Stengels in cm | Zahl der Blätter | Totalsumme d. Trockengew. in cm |
|-----------------|-------------------------|-------------------------------|------------------|---------------------------------|
| 1               | 83,0                    | 0,20                          | 14               | 1,520                           |

## 5'.) 10,0‰ Lösung.

| Nr. d. Individ. | Länge d. Stengels in cm | Durchmesser d. Stengels in cm | Zahl der Blätter | Totalsumme d. Trockengew. in cm |
|-----------------|-------------------------|-------------------------------|------------------|---------------------------------|
| 1               | 58,0                    | 0,25                          | 12               | } 1,99                          |
| 2               | 67,5                    | 0,25                          | 14               |                                 |
| Durchschnitt    | <b>62,7</b>             | <b>0,25</b>                   | <b>13</b>        | <b>0,995</b>                    |

Aus diesen Tabellen ersieht man klar, daß der Ernährungszustand dieser Pflanzen um so günstiger ist, je mehr Nahrungsmittel sie erhalten. Sieht man sich jene Daten genauer an, kann man unschwer erkennen, daß die Länge des Stengels und die Summe des Trockengewichts eine ideale, allmähliche Zunahme zeigt, und daß die Konzentrationsdifferenz der Nährlösungen auf die Breite des Stengels nur geringen Einfluß hat.

Die geringe Abnahme der Daten in der 5. Reihe zeigt wahrscheinlich; daß die stark konzentrierte Nährlösung eine schädliche Wirkung auf die Pflanzen hat. Diese Tatsache wird durch die nächsten Sandkulturversuche klar bestätigt werden.

Beim Kontrollversuche erhielt ich beinahe die gleichen Resultate wie beim Versuche B. Auch dabei war die 5,0‰ ige Reihe in ihren durchschnittlichen Zahlen immer überwiegend.

## 2.) Sandkultur.

*Versuch A.*

Bei den allgemeinen Topfkulturen kann man den Düngungsgrad nur schwer bestimmen und demzufolge ausgleichen. Außerdem fand ich einige für die Topfkultur in 1-Töpfen im Gewächshause ungünstige Punkte: zu geringe Wärmeleitung der Erde in

den Töpfchen, Verzögerung des Wachstums u. s. w.. Ich benutzte deshalb zur Sandkultur kleine 200 ccm-Töpfchen.

Die Samen wurden am 19. Januar 1914 in die Sägemehlschüssel ausgesät, am 2. Februar vom Keimbette entfernt und nach Auswahl in die Kulturtöpfchen gepflanzt. Diese Töpfchen wurden an der hellsten Stelle des Gewächshauses einer Temperatur von +10 bis 25°C ausgesetzt. Der Versuch kam am 4. April zu Ende.

Die Resultate sind in den Tabellen VII und VIII angegeben.

TABELLE VII.

## 1.) 0,2‰ Lösung.

| Nr. der Individ. | Länge des Stengels in cm | Breite u. Dicke d. Stengels an d. breitest. Stelle in cm |       | Zahl der Blätter | Totalsumme d. Trockengewichts in gr |
|------------------|--------------------------|--|-------|------------------|-------------------------------------|
|                  |                          | Breite   | Dicke |                  |                                     |
| 1                | 82,0                     | 0,25   | 0,25  | 10               | } 4,295                             |
| 2                | 21,0                     | 0,40   | 0,20  | 18               |                                     |
| 3                | 37,0                     | 0,25   | 0,10  | 17               |                                     |
| Durchschnitt     | <b>46,7</b>              | <b>0,30</b>  | 0,19  | <b>15</b>        | <b>1,432</b>                        |

## 2.) 1,0‰ Lösung.

| Nr. der Individ. | Länge des Stengels in cm | Breite u. Dicke d. Stengels an d. breitest. Stelle in cm |       | Zahl der Blätter | Totalsumme d. Trockengewichts in gr |
|------------------|--------------------------|--|-------|------------------|-------------------------------------|
|                  |                          | Breite   | Dicke |                  |                                     |
| 1                | 50,0                     | 0,70   | 0,15  | 43               | } 4,845                             |
| 2                | 104,0                    | 0,40   | 0,40  | 15               |                                     |
| Durchschnitt     | <b>77,0</b>              | <b>0,55</b>  | 0,28  | <b>29</b>        | <b>2,423</b>                        |

## 3.) 2,0‰ Lösung.

| Nr. der Individ. | Länge des Stengels in cm | Breite u. Dicke d. Stengels an d. breitest. Stelle in cm |       | Zahl der Blätter | Totalsumme d. Trockengewichts in gr |
|------------------|--------------------------|--|-------|------------------|-------------------------------------|
|                  |                          | Breite   | Dicke |                  |                                     |
| 1                | 27,0                     | 1,00   | 0,20  | 36               | } 3,280                             |
| 2                | 12,0                     | 1,10   | 0,20  | 30               |                                     |
| Durchschnitt     | <b>19,5</b>              | <b>1,05</b>  | 0,20  | <b>33</b>        | <b>1,640</b>                        |

## 4.) 5,0‰ Lösung.

| Nr. der Individ. | Länge des Stengels in cm | Breite u. Dicke d. Stengels an d. breitest. Stelle in cm |       | Zahl der Blätter | Totalsumme d. Trockengewichts in gr |
|------------------|--------------------------|--|-------|------------------|-------------------------------------|
|                  |                          | Breite   | Dicke |                  |                                     |
| 1                | 8,0                      | 0,70   | 0,20  | 19               | } 1,520                             |
| 2                | 11,0                     | 0,30   | 0,30  | 15               |                                     |
| Durchschnitt     | <b>9,5</b>               | <b>0,50</b>  | 0,25  | <b>17</b>        | <b>0,760</b>                        |

## 5.) 10,0‰ Lösung.

| Nr. der Individ. | Länge des Stengels in cm | Breite u. Dicke d. Stengels an d. breitest. Stelle in cm |       | Zahl der Blätter | Totalsumme d. Trockengewichts in gr |
|------------------|--------------------------|--|-------|------------------|-------------------------------------|
|                  |                          | Breite   | Dicke |                  |                                     |
| 1                | 6,0                      | 0,80   | 0,25  | 13               | } 1,980                             |
| 2                | 10,0                     | 0,40   | 0,30  | 13               |                                     |
| Durchschnitt     | <b>8,0</b>               | <b>0,60</b>  | 0,28  | <b>13</b>        | <b>0,990</b>                        |

TABELLE VIII.  
(Kontrollversuch.)

## 1'.) 0,2‰ Lösung.

| Nr. d. Individ. | Länge d. Stengels in cm | Durchmesser d. Stengels in cm | Zahl der Blätter | Totalsumme d. Trockengew. in gr |
|-----------------|-------------------------|-------------------------------|------------------|---------------------------------|
| 1               | 67,0                    | 0,30                          | 10               | } 5,640                         |
| 2               | 75,0                    | 0,30                          | 9                |                                 |
| 3               | 102,0                   | 0,30                          | 14               |                                 |
| Durchschnitt    | <b>81,3</b>             | <b>0,3</b>                    | <b>11</b>        | <b>1,880</b>                    |

## 2'.) 1,0‰ Lösung.

| Nr. d. Individ. | Länge d. Stengels in cm | Durchmesser d. Stengels in cm | Zahl der Blätter | Totalsumme d. Trockengew. in gr |
|-----------------|-------------------------|-------------------------------|------------------|---------------------------------|
| 1               | 120,0                   | 0,40                          | 29               | } 6,410                         |
| 2               | 48,0                    | 0,25                          | 11               |                                 |
| Durchschnitt    | <b>84,0</b>             | <b>0,32</b>                   | <b>20</b>        | <b>3,265</b>                    |

## 3.) 2,0‰ Lösung.

| Nr. d. Individ. | Länge d. Stengels in cm | Durchmesser d. Stengels in cm | Zahl der Blätter | Totalsumme d. Trockengew. in gr |
|-----------------|-------------------------|-------------------------------|------------------|---------------------------------|
| 1               | 178,0                   | 0,35                          | 27               | } 7,230                         |
| 2               | 222,0                   | 0,30                          | 21               |                                 |
| Durchschnitt    | <b>200,0</b>            | <b>0,33</b>                   | <b>24</b>        | <b>3,615</b>                    |

## 4.) 5,0‰ Lösung.

| Nr. d. Individ. | Länge d. Stengels in cm | Durchmesser d. Stengels in cm | Zahl der Blätter | Totalsumme d. Trockengew. in cm |
|-----------------|-------------------------|-------------------------------|------------------|---------------------------------|
| 1               | 80,0                    | 0,40                          | 11               | } 3,500                         |
| 2               | 70,0                    | 0,30                          | 7                |                                 |
| Durchschnitt    | <b>75,0</b>             | <b>0,35</b>                   | <b>9</b>         | <b>1,750</b>                    |

## 5.) 10,0‰ Lösung.

| Nr. d. Individ. | Länge d. Stengels in cm | Durchmesser d. Stengels in cm | Zahl der Blätter | Totalsumme d. Trockengew. in gr |
|-----------------|-------------------------|-------------------------------|------------------|---------------------------------|
| 1               | 62,0                    | 0,30                          | 12               | } 3,730                         |
| 2               | 78,0                    | 0,30                          | 13               |                                 |
| Durchschnitt    | <b>70,0</b>             | <b>0,30</b>                   | <b>13</b>        | <b>1,865</b>                    |

Aus Tabelle VII können wir leicht ersehen, daß in den 2. u. 3. Reihen die durchschnittlichen Zahlen hervortreten, während sie in den zu beiden Seiten stehenden Reihen abnehmen.

Die Exemplare, welche mit dem 20,0‰ igen Nahrungsmittel kultiviert wurden, waren nach etwa 2-3 Wochen alle abgestorben. Dieses Absterben erfolgte jedoch bei den faszierten Formen schneller als bei den anderen.

Beim Kontrollversuche konnte ich die gleichen Resultate erhalten. Doch darf man hier nicht übersehen, daß die normalen Arten durch zu dünne oder zu starke Nährlösungen weniger beeinflußt werden, als die faszierten. Die Tatsache, daß Unterschiede in der Schnelligkeit des Absterbens bestehen, zeigt, daß die Widerstandsfähigkeit gegen ungünstige äußere Bedingungen bei den normalen Arten größer ist als bei den faszierten; oder anders

ausgedrückt, daß die veränderten Arten leichter als die anderen von den äußeren Bedingungen beeinflußt werden. Das ist nicht bedeutungslos, wie ich durch die anatomischen Untersuchungen zeigen werde.

### Versuch B.

Dem Wasserkultur-Versuche C entsprechend wählte ich Samen mit dem Gewicht von 50 mgr aus; sie wurden am 19. April 1914 in Sägespäne ausgesät, am 1. Mai vom Keimbette entfernt und nach Auswahl in Töpfchen gepflanzt. Der Versuch war am 27. Mai zu Ende.

Die Resultate sind in folgender Tabelle angegeben.

TABELLE IX.

#### 1.) 0,1‰ Lösung.

| Nr. der Individ. | Länge des Stengels in cm | Breite u. Dicke des Stengels an der Basis in cm |       | Breite u. Dicke d. Stengels an der breitest. Stelle in cm |       | Zahl der Blätter | Totalsumme des Trockengewichts in gr |
|------------------|--------------------------|---|-------|---|-------|------------------|--------------------------------------|
|                  |                          | Breite  | Dicke | Breite  | Dicke |                  |                                      |
| 1                | 10,0                     | 0,40  | 0,30  | 0,40  | 0,20  | 12               | 4,055                                |
| 2                | 21,5                     | 0,35  | 0,45  | 0,20  | 0,15  | 10               |                                      |
| 3                | 11,0                     | 0,30  | 0,40  | 0,65  | 0,20  | 15               |                                      |
| 4                | 16,0                     | 0,30  | 0,40  | 0,30  | 0,25  | 11               |                                      |
| 5                | 16,0                     | 0,25  | 0,25  | 0,35  | 0,25  | 8                |                                      |
| Durchschnitt     | <b>14,9</b>              | 0,32  | 0,36  | <b>0,38</b>   | 0,21  | <b>11</b>        | <b>0,811</b>                         |

#### 2.) 0,5‰ Lösung.

| Nr. der Individ. | Länge des Stengels in cm | Breite u. Dicke des Stengels an der Basis in cm |       | Breite u. Dicke d. Stengels an der breitest. Stelle in cm |       | Zahl der Blätter | Totalsumme des Trockengewichts in gr |
|------------------|--------------------------|---|-------|---|-------|------------------|--------------------------------------|
|                  |                          | Breite  | Dicke | Breite  | Dicke |                  |                                      |
|                  | 21,0                     | 0,35  | 0,35  | 0,30  | 0,15  | 9                | 5,290                                |
| 2                | 27,0                     | 0,35  | 0,40  | 0,45  | 0,15  | 15               |                                      |
| 3                | 29,5                     | 0,35  | 0,45  | 0,40  | 0,15  | 13               |                                      |
| 4                | 13,0                     | 0,30  | 0,35  | 0,40  | 0,15  | 12               |                                      |
| 5                | 20,0                     | 0,30  | 0,35  | 0,30  | 0,15  | 11               |                                      |
| Durchschnitt     | <b>22,1</b>              | 0,33  | 0,38  | <b>0,37</b>   | 0,15  | <b>12</b>        | <b>1,058</b>                         |

## 3.) 1,0‰ Lösung.

| Nr. der Individ. | Länge des Stengels in cm | Breite u. Dicke der Stengels an der Basis in cm |       | Breite u. Dicke d. Stengels an der breitest. Stelle in cm |       | Zahl der Blätter | Totalsumme des Trockengewichts in gr |
|------------------|--------------------------|---|-------|---|-------|------------------|--------------------------------------|
|                  |                          | Breite  | Dicke | Breite  | Dicke |                  |                                      |
| 1                | 19,5                     | 0,45  | 0,35  | 0,60  | 0,20  | 12               | 6,160                                |
| 2                | 17,0                     | 0,45  | 0,30  | 0,35  | 0,20  | 10               |                                      |
| 3                | 21,0                     | 0,30  | 0,30  | 0,65  | 0,20  | 17               |                                      |
| 4                | 29,0                     | 0,30  | 0,30  | 0,30  | 0,20  | 13               |                                      |
| 5                | 39,5                     | 0,40  | 0,40  | 0,40  | 0,15  | 14               |                                      |
| Durchschnitt     | <b>25,2</b>              | 0,38  | 0,33  | <b>0,46</b>   | 0,19  | <b>13</b>        | <b>1,232</b>                         |

## 4.) 2,0‰ Lösung.

| Nr. der Individ. | Länge des Stengels in cm | Breite u. Dicke des Stengels an der Basis in cm |       | Breite u. Dicke d. Stengels an der breitest. Stelle in cm |       | Zahl der Blätter | Totalsumme des Trockengewichts in gr |
|------------------|--------------------------|---|-------|---|-------|------------------|--------------------------------------|
|                  |                          | Breite  | Dicke | Breite  | Dicke |                  |                                      |
| 1                | 6,0                      | 0,30  | 0,25  | 0,45  | 0,25  | 7                | 5,960                                |
| 2                | 24,0                     | 0,30  | 0,30  | 0,40  | 0,20  | 12               |                                      |
| 3                | 29,0                     | 0,40  | 0,45  | 0,40  | 0,20  | 14               |                                      |
| 4                | 30,0                     | 0,50  | 0,40  | 0,65  | 0,20  | 21               |                                      |
| 5                | 17,0                     | 0,35  | 0,30  | 0,55  | 0,15  | 13               |                                      |
| Durchschnitt     | <b>21,2</b>              | 0,37  | 0,34  | <b>0,49</b>   | 0,20  | <b>13</b>        | <b>1,192</b>                         |

## 5.) 5,0‰ Lösung.

| Nr. der Individ. | Länge des Stengels in cm | Breite u. Dicke des Stengels an der Basis in cm |       | Breite u. Dicke d. Stengels an der breitest. Stelle in cm |       | Zahl der Blätter | Totalsumme des Trockengewichts in gr |
|------------------|--------------------------|---|-------|---|-------|------------------|--------------------------------------|
|                  |                          | Breite  | Dicke | Breite  | Dicke |                  |                                      |
| 1                | 31,0                     | 0,50  | 0,40  | 0,70  | 0,15  | 18               | 6,790                                |
| 2                | 11,5                     | 0,40  | 0,30  | 0,70  | 0,25  | 16               |                                      |
| 3                | 16,0                     | 0,60  | 0,40  | 0,90  | 0,20  | 20               |                                      |
| 4                | 8,5                      | 0,30  | 0,30  | 0,40  | 0,25  | 9                |                                      |
| 5                | 24,0                     | 0,35  | 0,40  | 0,30  | 0,20  | 15               |                                      |
| Durchschnitt     | <b>18,2</b>              | 0,43  | 0,36  | <b>0,60</b>   | 0,21  | <b>16</b>        | <b>1,358</b>                         |

## 6.) 10,0‰ Lösung.

| Nr. der Individ. | Länge des Stengels in cm | Breite u. Dicke des Stengels an der Basis in cm |       | Breite u. Dicke d. Stengels an der breitest. Stelle in cm |       | Zahl der Blätter | Totalsumme d. Trockengewichts in gr |
|------------------|--------------------------|---|-------|---|-------|------------------|-------------------------------------|
|                  |                          | Breite  | Dicke | Breite  | Dicke |                  |                                     |
| 1                | 12,0                     | 0,45  | 0,25  | 0,75  | 0,25  | 14               | 4,540                               |
| 2                | 16,0                     | 0,40  | 0,40  | 0,50  | 0,30  | 11               |                                     |
| 3                | 13,0                     | 0,30  | 0,30  | 0,25  | 0,15  | 10               |                                     |
| 4                | 12,0                     | 0,25  | 0,25  | 0,30  | 0,20  | 9                |                                     |
| 5                | 38,0                     | 0,30  | 0,40  | 0,25  | 0,15  | 13               |                                     |
| Durchschnitt     | 18,3                     | 0,34  | 0,32  | 0,41  | 0,21  | 11               | 0,908                               |

Wie obige Tabelle zeigt, überwiegt die 5. Reihe in allen durchschnittlichen Zahlen, mit Ausnahme der der Länge. Von diesem Maximalpunkt aus fallen die Kurven aller Daten nach

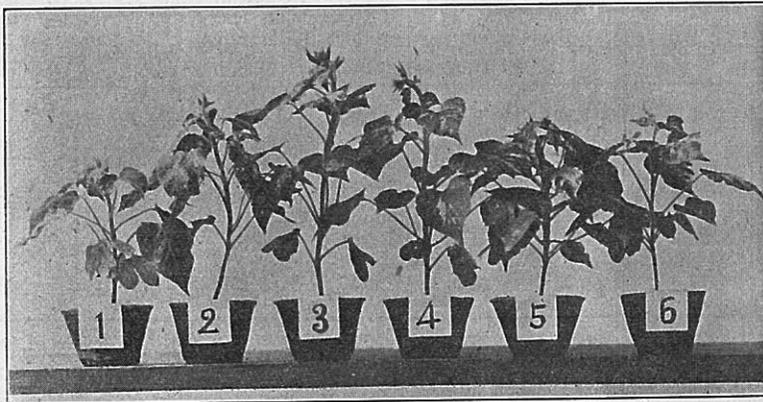


Fig. 1. Entwicklungszustände der Pflanzen jeder Reihe beim Sandkultur-Versuch B.

- |                              |                              |
|------------------------------|------------------------------|
| 1.....mit 0,1 ‰ Lösung kult. | 4.....mit 2,0 ‰ Lösung kult. |
| 2..... „ 0,5 ‰ „ „           | 5..... „ 5,0 ‰ „ „           |
| 3..... „ 1,0 ‰ „ „           | 6..... „ 10,0 ‰ „ „          |

beiden Richtungen ab. Nur die Kurve der Länge erreicht in der 3. Reihe ihrem Maximalpunkt. Man darf also nicht behaupten, daß die Nahrungsmenge die fasziierten Exemplare weniger beeinflusse als die normalen.

Aus der Abnahme des Trockengewichtes bei stärkerer Ernährung können wir ersehen, daß je stärker die Konzentration der Nährlösung ist, desto schwächer die Entwicklung wird. Im folgenden wird sich auch die Tatsache zeigen, daß mit der

stärkeren Konzentration der Nährlösung die Verbänderung geringer wird. Daraus folgt, daß es für das Auftreten der Verbänderung eine optimale Ernährung gibt. In dieser Hinsicht sind meine Resultate denen von DE VRIES (27, 29, 31), HUS (9) und anderen ähnlich.

Wir dürfen jedoch nicht vergessen, daß die Verbänderung meiner Versuchspflanze schon ziemlich fixiert war, und daß man daher nicht beurteilen kann, ob die vorliegenden Resultate auch auf Exemplare anwendbar sind, bei welchen die Verbänderung noch nicht so stark fixiert ist. Zu dieser Frage hoffe ich in Zukunft einiges beizutragen.

### 3.) Die Kultur im Dunkeln.

Alle bisherigen Versuche hatten die Aufgabe zu untersuchen, ob und inwieweit die Ernährung das Auftreten der Verbänderung beeinflussen kann. Hier will ich den Einfluß der Beleuchtung untersuchen, da uns einige interessante Ergebnisse über die Gestaltsänderung blattförmiger Kakteen von VÖCHTING (32) und GOEBEL (6) vorliegen.

a.) Ein Keimling und 3 schon verbänderte junge Exemplare wurden am 23. März 1914 mit Dunkelkappen überzogen. Nach 9 Tagen waren sie alle abgestorben.

b.) Am 30. März wurden 4 Keimlinge wieder unter Dunkelkappen gesetzt. Nach 15 Tagen waren auch sie zu Grunde gegangen.

c.) Dieses Absterben kommt wahrscheinlich von Vergiftung durch Gaswechselprodukte oder von zu hohem Feuchtigkeitsgrade, da die Dunkelkappen kaum 5 l faßten. Deshalb stellte ich beim dritten Versuche am 1. Mai die Versuchspflanzen in die Dunkelkammer. Als Versuchspflanzen nahm ich 5 Keimlinge, welche in Wasserkulturgefäße steckten, und außerdem ein bis zur Länge von 9 cm ausgewachsenes Exemplar, welches in einem Töpfchen saß.

Unter ihnen hatte nur die im Töpfchen kultivierte Pflanze

einen Längenzuwachs. Er betrug in 15 Tagen 5 cm, welche auch verbändert waren. Aber die Blätter waren in diesen Tagen fast alle verwelkt.

Wenn sich dieses Resultat bestätigt, so steht es im Widerspruch mit VÖCHTING'S<sup>i)</sup> Ansicht. Die Ursache dieser Unterschiede möchte ich in Unterschieden der Struktur suchen; denn bei den blattförmigen Kakteen ist es nichts als eine lokal gesteigerte Rindenbildung des Stammes<sup>ii)</sup>, weil sie wahrscheinlich einen runden Zentralzylinder haben. Bei den verbänderten Stengeln dagegen ist es die Verbreiterung des Stammes selbst, denn sie haben verflachte Zentralzylinder. Hier scheint mir, der Punkt zu liegen, wo sich die beiden Formen in ihrer Reaktion auf die Dunkelheit unterscheiden.

#### IV. Effekte der Operationen.

Der folgende Versuch soll die Frage untersuchen, ob man auch bei dieser Pflanze durch die Köpfung der Plumula die Verbänderung der Wurzel oder des Zweiges hervorrufen kann, wie von anderen schon öfters versucht worden ist.<sup>iii)</sup>

1.) Ich nahm je dreißig Samen der normalen Formen, und säte sie am 20. Januar u. am 26. März 1914 aus. Die Keimlinge wurden durch den Vegetationsscheitel abgeschnitten. Darauf bildeten sie je 2 Achselsprosse zwischen dem Hauptproß und den Keimblättern. Die Achselsprosse wuchsen sehr kräftig, aber mit auffallend geringem Längenwachstum. An den Achselsprossen und Wurzeln war keine Veränderung festzustellen.

2.) Am 16. Februar wurden auch die 30 Samen der normalen Formen ausgesät, und die Keimlinge am 18. März durch ihren Vegetationsscheitel längsweise geschnitten. Das gelang mir nur an einzelnen Exemplaren. Nach 35 Tagen beobachtete ich,

i.) VÖCHTING gelang es im Dunkeln die *Phyllocactus*-Arten sich ganz oder beinahe kreisrund verändern zu lassen (l. c., S. 447).

ii.) VÖCHTING (l. c.).

iii.) LOPRIORE, REED, LAMARLIÈRE (l. c.).

daß die erst nur 2–3 mm langen Schnittästchen sich auf 20, bezw. 25 mm verlängert hatten. Jedes dieser beiden Ästchen hatte fast gleichen Durchmesser wie der Hauptproß, während sie an ihrer Spitze ein wenig gekrümmt waren. Die Ästchen selbst und die auf ihrer Oberfläche bemerkbaren Leisten waren linksdrehend. Jedes Ästchen besaß einen vollkommenen Gefäßbündelring, und war an der Schnittfläche ohne Bastneubildung, aber mit einer merkwürdigen Kollenchymneubildung versehen.

Die merkwürdigste Tatsache aber war, daß der Hauptproß an dem Verzweigungspunkte der beiden Ästchen auf eine kurze Strecke verbändert war (Fig. 3–5). Diese Tatsache zeigt uns klar, daß die Verbreiterung des Stammes auch aus der Verteilung des Vegetationsscheitels hervorgehen kann. Hier liegt in der Tat eine Schwierigkeit für die Erklärung der Ursache der Verbänderung.

## V. Korrelationserscheinungen.

Im letzten Versuche schritt ich nicht bis zur Untersuchung der Wirkungen der Köpfung bei faszierten Typen. Ich möchte deshalb hier einige Korrelationserscheinungen bei faszierten Typen feststellen und zwar folgende: Einfluß der Köpfung a.) des Hauptstengels, b.) der Hauptwurzel, c.) der Blätter und d.) der Blüten auf das Auftreten der Verbänderung.

### a.) *Einfluß der Köpfung des Hauptstengels:*

Alle Exemplare, welche in sehr jungem Stadium geköpft wurden, ließen die runden Achselsprosse aufschließen, nur zwei Ausnahmen entwickelten ihre Hauptspresse ungewöhnlich gekrümmt weiter. Ob diese Unterschiede von verschiedenen langen Köpfungsspitzen oder von der Intensität der Vererbungsfähigkeit kamen, konnte ich nicht feststellen. Da ich aber vermutete, daß es von einer sehr geringen Verletzung am Vegetationsscheitel traumatropisch herkomme, köpfte ich an einem ausgewachsenen Hauptproß 3 mm unterhalb des Vegetationskammes. Dann wurden zwei runde Achselsprosse in den beiden nächsten

Blattachsen entwickelt.<sup>1)</sup> Wenn die Tatsache, daß die Achselsprosse immer normal sind, und daß die faszierten Zweige immer in der Verbänderungsebene von den Seitenkanten aus gebildet werden,<sup>11)</sup> zuträfe, könnte man nicht behaupten, daß für das Auftreten der Verbänderung keine mechanische Ursache existiert. Über diese Frage sind weitere und genauere Versuche notwendig.

b.) *Einfluß der Entfernung großer Wurzelteile:*

Hierzu benutzte ich die Wasserkultur. Nach einiger Entwicklung habe ich die Hauptwurzel 1 bis 1,5 cm unterhalb des Übergangspunktes des Stammes in die Wurzel abgeschnitten. Darauf entwickelte sich der Hauptsproß ziemlich kräftig, aber fast ohne typische Verbänderung. Außerdem konnte unter meinen Materialien keine Verbreiterung der Nebenwurzeln hervorgerufen werden, wie das LOPRIORE (15) bei *Phaseolus* und *Vicia* gelungen war.

c.) *Einfluß der Entfernung der Blätter:*

Ich benutzte folgende Versuchspflanzen.

| Nr. der Individ. | Länge des Stengels in cm | Breite u. Dicke des Stengels an der Basis in cm |       | Breite u. Dicke d. Stengels an der breitest. Stelle in cm |       | Zahl der Blätter | Zahl der Blütenknospen |
|------------------|--------------------------|---|-------|---|-------|------------------|------------------------|
|                  |                          | Breite  | Dicke | Breite  | Dicke |                  |                        |
| 1                | 10,0                     | 0,25  | 0,20  | 0,55  | 0,15  | 18               | 10                     |
| 2                | 8,0                      | 0,40  | 0,25  | 0,60  | 0,20  | 11               | 5                      |
| 3                | 8,0                      | 0,40  | 0,25  | 0,65  | 0,20  | 13               | 6                      |
| 4                | 4,0                      | 0,25  | 0,25  | 0,50  | 0,20  | 6                | 2                      |
| 5                | 8,0                      | 0,35  | 0,25  | 0,40  | 0,30  | 13               | 5                      |

Diesen Pflanzen wurden am 20. April 1914 ihre Blätter abgeschnitten. Nach 32 Tagen wurden sie wieder gemessen. Die erhaltenen Daten sind auf folgender Tabelle zusammengestellt.

- i.) Bei meinen späteren Versuchen haben sich stets die geköpften Hauptsprosse, wie auch die Keimblätter und Hypokotylen sehr kräftig entwickelt, aber keine Achselsprosse gebildet.
- ii.) s. auch S. 10 (Beschreibung der Versuchspflanze).

| Nr. der Individ. | Länge des Stengels in cm | Breite u. Dicke d. Stengels an d. Basis in cm |       | Breite u. Dicke d. Stengels an d. breitest. Stelle in cm |       |
|------------------|--------------------------|---|-------|--|-------|
|                  |                          | Breite  | Dicke | Breite   | Dicke |
| 1                | 11,0                     | 0,25  | 0,20  | 0,55   | 0,15  |
| 2                | 8,0                      | 0,40  | 0,25  | 0,60   | 0,20  |
| 3 *              | —                        | —   | —     | —  | —     |
| 4                | 6,0                      | 0,25  | 0,25  | 0,40   | 0,20  |
| 5 *              | —                        | —   | —     | —  | —     |

(\* Diese Exemplare wurden von Pilzen angegriffen und gingen vor Ablauf der 32 Tagen zu Grunde.)

Wenn man bloß nach diesen Daten eine Erklärung geben wollte, müßte man sagen, daß hier fast keine Korrelationserscheinung existiert.

d). *Einfluß der Entfernung der Blüten :*

Als Versuchspflanzen nahm ich folgende :

| Nr. der Individ. | Länge des Stengels in cm | Breite u. Dicke des Stengels an der Basis in cm |       | Breite u. Dicke d. Stengels an der breitest. Stelle in cm |       | Zahl der Blätter | Zahl der Blütenknospen |
|------------------|--------------------------|---|-------|---|-------|------------------|------------------------|
|                  |                          | Breite  | Dicke | Breite  | Dicke |                  |                        |
| 1                | 9,0                      | 0,25  | 0,25  | 0,30  | 0,25  | 13               | 6                      |
| 2                | 18,0                     | 0,35  | 0,30  | 0,50  | 0,15  | 26               | 16                     |
| 3                | 13,0                     | 0,30  | 0,25  | 0,50  | 0,30  | 18               | 9                      |
| 4                | 35,0                     | 0,30  | 0,25  | 0,45  | 0,15  | 22               | 15                     |
| 5                | 30,0                     | 0,40  | 0,35  | 0,50  | 0,15  | 27               | 20                     |
| Kontroll         | 34,0                     | 0,30  | 0,25  | 0,20  | 0,10  | 13               | 11                     |

Am 20. April wurden diesen Pflanzen ihre Blütenknospen abgeschnitten, und auch die neugebildeten Knospen von Zeit zu Zeit weggenommen. Nach 22 Tagen kam dieser Versuch zu Ende, dessen Resultate auf folgender Tabelle angegeben sind.

| Nr. der Individ. | Länge des Stengels in cm | Breite u. Dicke des Stengels an der Basis in cm |       | Breite u. Dicke d. Stengels an der breitest. Stelle in cm |       | Zahl der Blätter | Zahl der Blütenknospen |
|------------------|--------------------------|---|-------|---|-------|------------------|------------------------|
|                  |                          | Breite  | Dicke | Breite  | Dicke |                  |                        |
| 1                | 36,0                     | 0,25  | 0,25  | 1,15  | 0,05  | 50               | —                      |
| 2                | 28,0                     | 0,35  | 0,30  | 0,70  | 0,15  | 30               | —                      |
| 3                | 41,0                     | 0,30  | 0,25  | 0,65  | 0,05  | 38               | —                      |
| 4                | 80,0                     | 0,30  | 0,25  | 1,35  | 0,05  | 78               | —                      |
| 5                | 116,0                    | 0,40  | 0,35  | 0,65  | 0,07  | 83               | —                      |
| Kontroll         | 38,0                     | 0,30  | 0,25  | 0,25  | 0,10  | 19               | —                      |

Es ist gewiss nicht zuviel behauptet, wenn ich sage, daß die Blütenentfernung einen deutlichen Einfluß auf das Längenwachstum und auf die Verbreiterung des Stengels hat.

## VI. Anatomie und Entwicklungsgeschichte.

Der faszierte Stengel, welcher in seinen morphologischen Eigenschaften so auffallend ist, und welcher durch äußere Bedingungen nur wenig beeinflußt wird, hat vermutlich eine eigentümliche Struktur. Arbeiten, welche diese Frage behandeln, liegen uns von MIYOSHI (18), NESTLER (19), STREITWOLF (26) und anderen (34) vor. Mir scheint wünschenswert, diese Frage etwas weiter zu verfolgen, um vielleicht die Verbänderungsmechanik anatomisch und entwicklungsgeschichtlich erklären zu können.

### 1.) Anatomie.

#### a.) *Allgemeines.*

Im allgemeinen kann man zwischen beiden Typen nur Anordnungsunterschiede der gleichen Elementen erkennen. Die Form des Querschnittes ist bei faszierten Stengeln ein Oval von verschiedenen Längen- und Breitenverhältnis, bei normalen aber immer eine Kreisfläche. Dies war schon früher konstatiert worden. Daher will ich hier den verschiedenen Geweben eine

nähere Beachtung schenken, ohne über die allgemeine Gestalt weiteren Worte zu verlieren.

*Die Epidermis:* Die Epidermis besteht beim faszierten Stängel aus kleineren Zellen als beim normalen. Nur die Zellen an den Leisten sind zwei- oder mehrmal so groß wie die des normalen.

*Die Rinde:* Die Rinde hat nur geringe Unterschiede in der Zahl der Zellschichten: beim faszierten gibt es 6–7, beim normalen aber 5–9. Die erste oder ersten beiden Zellschichten, welche dicht unter der Epidermis liegen, sind gewöhnlich parenchymatisch, und enthalten eine große Menge von Chlorophyllkörnern (Fig. 8). Dies sind die Schichten, in welchen man zuweilen die Anthocyanbildung beobachten kann. Die folgenden darunter liegenden zwei bis fünf Zellschichten bilden die mechanischen Zellen, indem in den Flächen des verbänderten Stengels sowohl „Eckenkollenchym“ als auch „Plattenkollenchym,“<sup>(1)</sup> am Kantenteil dagegen meistens nur Plattenkollenchym vorhanden ist (Fig. 8). Überdies sind im Kantenteile die Zellen gewöhnlich kleiner als in der Fläche des verbänderten Stengels, und fast die ganze Rinde besteht aus Kollenchymzellen, was besonders bei typisch verbänderten Exemplaren der Fall ist. Im Gegensatze hierzu bilden beim normalen Stängel die dicht unter der Epidermis liegenden 3 bis 5 Zellschichten der äußeren Rinde das eigentümliche Eckenkollenchym aus. Dabei sind auch die 1. und 2. subepidermale Zellschicht kollenchymatisch (Fig. 1).

Im Rindenteil beider Typen finden sich die Milchröhren zerstreut. Beim normalen finden sie sich nicht nur im Rindenparenchym, sondern auch in den mechanischen Zellen (Fig. 2), während sie beim faszierten fast ausnahmslos im Rindenparenchym liegen (Fig. 1). Unabhängig davon, ob Milchsaft an der Ernährung der Pflanzen beteiligt ist oder nicht (12), wird die Zahl der Milchröhren mit der Größe der Querschnittsfläche zunehmen. Dies ist in der Tat der Fall, wie folgende Tabellen zeigen:

---

i.) Nach HABERLANDT. (s. Physiologische Pflanzenanatomie, 1904. S. 147.)

## Verbänderte Exemplare.

| Nr. der Individ. | Breite d. Stengels in cm | Dicke des Stengels in cm | Zahl der Milchröhren | Flächeninhalt d. Querschnittes | Bemerkung      |
|------------------|--------------------------|--------------------------|----------------------|--------------------------------|----------------|
| 1                | 0,50                     | 0,10                     | 86                   | (ca. 7 qmm)                    | fester Stengel |
| 2                | 0,30                     | 0,10                     | 49                   | —                              |                |
| 3                | 0,50                     | 0,15                     | 45                   | 7,1978 qmm                     |                |
| 4                | 1,00                     | 0,14                     | 145                  | (ca. 14 qmm)                   |                |
| 5                | 1,20                     | 0,12                     | 174                  | 14,5043 qmm                    |                |
| 6                | 0,20                     | 0,20                     | 45                   | —                              | Keimling       |

## Normale Exemplare.

| Nr. der Individ. | Breite des Stengels in cm | Dicke des Stengels in cm | Zahl der Milchröhren | Flächeninhalt d. Querschnittes | Bemerkung      |
|------------------|---------------------------|--------------------------|----------------------|--------------------------------|----------------|
| 1                | 0,30                      | 0,30                     | 29                   | 7,0891 qmm                     | junger Stengel |
| 2                | 0,30                      | 0,30                     | 23                   | (ca. 7 qmm)                    |                |
| 3                | 0,30                      | 0,30                     | 29                   | (ca. 7 qmm)                    |                |
| 4                | 0,18                      | 0,18                     | 15                   | 2,5272 qmm                     |                |

In obigen Daten ist es ein merkwürdiger Punkt, daß die verbänderten Exemplare bei ungefähr gleicher Querschnittsfläche fast dreimal soviel Milchröhren haben wie die normalen.

*Der gesamte Gefäßbündelring:* Der Gefäßbündelring ist bei beiden Typen gewöhnlich ganz kontinuierlich. Aber beim ausgewachsenen, normalen Stengel findet man öfters besonders in der basalen Partie, daß sich der Gefäßbündelverlauf bilateral entwickelt und am Mark eine rechteckige Höhlung bildet (Fig. 11). Das heißt mit anderen Worten, daß die Gefäßbündelringe die gleiche Struktur besitzen wie die der ausgewachsenen Hypokotylen.<sup>1)</sup> Beim jungen normalen Stengel dagegen nimmt der Gefäßbündelring die stets ungefähr gleiche Dicke haltende Ringform an. In dem Punkt, daß der Gefäßbündelring stets beinahe die gleiche Dicke hält, stimmt er mit dem verbänderten Stengel überein, da

i.) Bei beiden Typen sind gewöhnlich die Hypokotylen mit einer viereckigen Markhöhle versehen.

zum mindesten bei den typisch verbänderten Exemplaren der Gefäßbündelring gewöhnlich innen und außen glatt ist (Fig. 9).

*Die Bastzelle:* Bei ausgewachsenen Exemplaren beider Typen wird der subkortikale Bastring, welcher unmittelbar unter der Rinde liegt, sehr häufig durch Durchlaßzellen unterbrochen. An den Bastzellen beim normalen Stengel kann man öfters Erscheinungen sekundärer Entwicklung sehen. Ihre Zellwand zeigt verschiedene Entwicklungsgrade von Verdickung (Fig. 12). Beim verbänderten dagegen zeigen sämtliche Bastzellen fast gleiches Alter, folglich auch etwa gleiche Dicke der Zellwand (Fig. 2). Einige Tüpfelkanäle ziehen sich durch die Wände der verdickten Bastzellen. Sie sind deshalb beim normalen viel zahlreicher vorhanden (Fig. 12) als beim verbänderten, bei welchem ich nur wenige mit Tüpfelkanälchen versehene Bastzellen beobachten konnte.

Die Bastzellen wurden durch Jodjodkali leicht gelb, durch Phloroglucin und HCl tiefgelb und durch Kongorot fast gar nicht gefärbt.

Im Längsschnitt zeigen die Sklerenchymzellwände des normalen Stengels öfters viele Krümmungen, was beim verbänderten niemals der Fall ist. Die verbänderten Stengel erinnern in dieser Beziehung an junge normale Stengel.<sup>1)</sup>

*Der Phloemteil:* Am Phloemteil, wo sich viele Kalziumoxalat-Krystalle finden, konnte ich keine Unterschiede konstatieren. Nur die Zahl der Zellschichten war beim verbänderten Stengel kleiner als beim normalen.

*Der Holzteil:* Am Holzteile fällt es uns deutlich ins Auge, daß beim fasziierten Stengel der gesamte Holzteil außer den Gefäßen von lockeren mechanischen Zellen gebildet wird. Im Gegensatz hierzu liegen beim normalen die kleineren, dickwandigen, mechanischen Zellen und die großen Gefäße dicht beieinander.

Über die Größe der Gefäße, worin die normalen die anderen stark überragen, will ich später berichten (s. S. 40, b. Über die

1.) Selbst beim normalen kann man im jungen Stadium keine Krümmungsstellen an den Bastzellwänden beobachten.

Zellengröße). Beim normalen Stengel werden die jungen, aber großen, Treppentracheen immer nach außen neugebildet. Daher kommt es, daß sich einige fast oder ganz eingeschlossene, parenchymatische Gewebe öfters im Gefäßteile finden (Fig. 11). Beim faszierten Stengel konnte ich diese Erscheinung nur am starken, festen Stengel, am nur sehr wenig verbänderten Stamme oder nur an der Basis des Stengels finden, dagegen nicht am typisch verbänderten Stamme.

Entsprechend dem Verdickungsgrade der Zellwände, kann man an den Wänden der Gefäße und der mechanischen Zellen verschiedenartige Tüpfel sehen. Die komplizierte Tüpfelbildung konnte ich nur am normalen beobachten, beim anderen bloß die einfache.

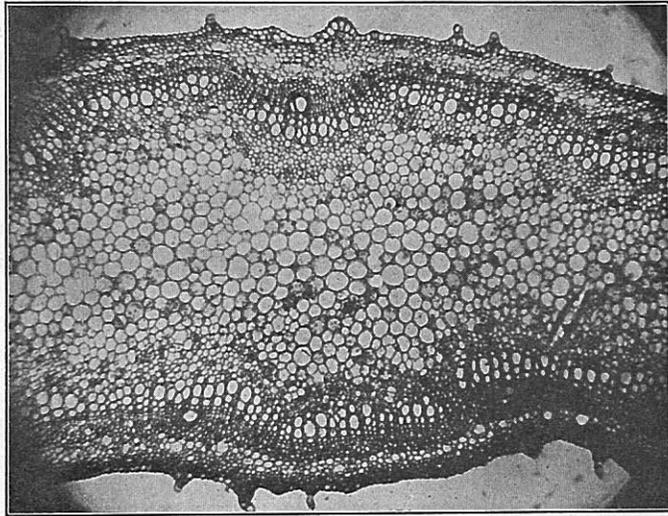


Fig. 2. Teil eines Querschnittes durch den faszierten Stengel.  
S. HIBINO phot.

An Gefäßen finden sich beim verbänderten daher nur Spiral- oder Ringgefäße, oder die Zwischenstufen der beiden Tracheen, während beim normalen auch Treppen- und Netztracheen vorkommen. Auch hier also kann man beim faszierten Stengel die Struktur des jungen normalen Stengels finden.

*Das Verhältnis von Gefäßbündelfläche zur Gesamtquerschnittsfläche:* Um diese Frage zu beantworten, benutzte ich fast die gleiche Berechnungsmethode wie STREITWOLF (26). Als Gefäß-

bündelfläche nahm ich einmal des Vorteils halber die Fläche, welche vom Bastzellring nach innen bis zur innersten Grenze des verholzten Gefäßteils reicht, zum andernmal die Fläche, die vom Bastzellring bis zur Grenze des primären Hadromteiles und des Markparenchyms reicht.

Die erste Berechnung ergab 7,1978 qmm für die Gesamtquerschnittsfläche eines faszierten Stengels von 5,1 mm Breite und 1,5 mm Dicke, und 7,0891 qmm für die eines normalen von 3,0 mm Durchmesser.

Die Fläche des Gefäßbündels betrug beim normalen 1,9421 qmm, beim verbänderten 2,0914 qmm. Das Verhältnis von Gefäßbündelfläche zur Gesamtquerschnittsfläche ist beim verbänderten 0,29 : 1, beim anderen 0,27 : 1. Wir finden also eine relative Zunahme der Gefäßbündelfläche beim faszierten Stengel.<sup>1)</sup>

Die zweite Berechnung ergab das gleiche Verhältnis, wie folgende Daten zeigen.

| Exemplare                      | Gefäßbündelfläche<br>in qmm | Gesamtquer-<br>schnittsfläche in qmm | Verhältnis |
|--------------------------------|-----------------------------|--------------------------------------|------------|
| Verbändert.<br>(12,1 × 1,4 mm) | 6,6002                      | 14,5043                              | 0,46 : 1   |
| Normal.<br>(Diam. — 1,8 mm)    | 0,9235                      | 2,5275                               | 0,37 : 1   |

Ob dieses Verhältnis bei jedem Exemplare beider Typen von der Basis bis hinauf zur Spitze konstant bleibt<sup>ii)</sup> oder nicht, werde ich zum Gegenstande einer späteren Untersuchung machen.

*Das Mark:* Die Zahl der Zellschichten des Markparenchyms in der rechtwinkligen Richtung zur Verbänderungsebene neigt bei auffallend verbänderten Exemplaren zur Abnahme. Ich zählte z. B. bei einem Exemplare von 12,1 mm Breite und 1,0–1,4 mm Dicke 10–15, während ich bei einem anderen von 8,0 mm Breite und 2,5–3,5 mm Dicke 8–23 fand. Dies stimmt mit der Tatsache überein, daß die Dicke mit der Zunahme der Breite meist abnimmt (vergl. die letzten 2 Tabellen auf S. 31–32). Beim

i.) STREITWOLF erhielt schon bei *Asparagus officinalis* die gleichen Resultate.

ii.) Nach STREITWOLF blieb dieses Verhältnis bei seinen Versuchspflanzen von der Basis hinauf zur Spitze beinahe konstant.

normalen Stengel finden sich verhältnismäßig mehr Zellschichten des Markparenchyms, bei einem Exemplare von 1,8 mm Durchmesser z. B. 10–25.

Kalziumoxalat findet sich auch hier wie im Phloemteil isoliert oder in die Scheide eingeschlossen.

Es ist merkwürdig, daß bei der Milchröhrenzahl in ungefähr gleichgroßer Querschnittsfläche beinahe das Verhältnis 3 : 1 zwischen faszierten und normalen existiert. Ein Beispiel mag das illustrieren.

a.) Verbändert :

| Nr. d. Individ. | Breite des Stengels in cm | Dicke des Stengels in cm | Zahl der Milchröhren | Bemerkung  |
|-----------------|---------------------------|--------------------------|----------------------|------------|
| 1               | 0,90                      | 0,12                     | 205                  | ca. 13 qmm |
| 2               | 1,10                      | 0,10                     | 198                  | ca. 14 qmm |
| 3               | 0,48                      | 0,10–0,14                | 92                   | ca. 7 qmm  |
| 4               | 0,36                      | 0,08–0,10                | 48                   | ca. 6 qmm  |

b.) Normal :

| Nr. d. Individ. | Breite des Stengels in cm | Dicke des Stengels in cm | Zahl der Milchröhren | Bemerkung   |
|-----------------|---------------------------|--------------------------|----------------------|---|
| 1               | 0,30                      | 0,30                     | 30                   | ca. 7 qmm   |
| 2               | 0,28                      | 0,28                     | 0                    | { mit Markhöhle<br>versehen<br>{ mit Markhöhle<br>versehen<br>{ junge Exemp.<br>ca. 2 qmm |
| 3               | 0,25                      | 0,25                     | 0                    |   |
| 4               | 0,17                      | 0,17                     | 9                    |   |

*Die Stärkekörner:* Die Stärkekörner, welche im Rindenparenchym und besonders reich im Markparenchym aufgespeichert sind, sind aus zahlreichen kleinen Teilkörnern zusammengesetzt, indem sie wie polyadelphische Stärkekörner (25) gebildet sind (Fig. 10). Es scheint mir, daß man zwischen den beiden Typen deutliche Schwankungen in der Größe der Stärkekörner feststellen kann. Wenn meine Beobachtung kein Irrtum ist, sind die Stärkekörner beim verbänderten Stengel entweder erheblich größer oder erheblich kleiner als beim normalen. Das heißt mit anderen Worten, daß die Stärkekörner unbeachtet der Größe der

sie umschließenden Zelle größer werden können<sup>1)</sup>. Doch müssen wir uns vorläufig mit dieser bloßer Beschreibung begnügen. Das Mengenverhältnis der Stärkekörner bei beiden Typen soll in meinen weiteren Untersuchungen mit dem der anderen Reservestoffe zusammen angegeben werden.

*Der verbänderte Blütenstand und die Fruchtblätter :*

Bei der Gewächshaus-Kultur trat öfters, wie schon erwähnt, die Verbänderung des Blütenstandes und der Fruchtblätter auf. Über die Struktur des faszierten Blütenstandes kann ich hier noch nichts sagen. Über die Anatomie faszierter Fruchtblätter — besonders über den faszierten Griffel — will ich jedoch einiges beifügen. Im allgemeinen ergeben die normalen Griffel in ihrem Querschnitt ein Dreieck, in dessen Ecken je ein Leitungsbündel liegt, während sich in der Mitte das runde, drüsenartige, mit keinem Lumen versehene Leitungsgewebe findet (Fig. 13). Beim verbänderten Griffel aber ist die Leitungsgewebe von länglicher Form und mit einem schmalen, zuweilen ziemlich großen Lumen versehen. Hier schien es mir besonders auffallend, daß — wenigstens bei meinen verbänderten Exemplaren — die Zahl der Leitungsbündel stets das Drei- und Mehrfache der normalen Zahl erreichte (Fig. 14). Diese Tatsache beobachtete ich auch bei einem verbänderten Blütenstiele von *Primula obconica*<sup>ii)</sup>, an dessen einer Seite in der Mitte eine Furche liegt. Wir erinnern uns hier des Zahlenverhältnisses der Milchröhren beider Typen. Was wird die Bedeutung von 3 sein? Ich kann darüber noch nichts sagen.

*Der Blattstiel:* Zuletzt wollen wir nun den verbreiterten Blattstiel ins Auge fassen. Beim normalen sind die Furchen der inneren Seite der Stiele, wie schon erwähnt, sehr englumig. Im Querschnitt sind die Gefäßbündel bei allen Materialien, kreisförmig angeordnet (Fig. 36). Im Gegensatz hierzu sind sie beim verbänderten beinahe alle geradlinig oder bogenförmig angeordnet

i.) Nach STERP (l.c.) sind die Stärkekörner in großknolligen Kartoffelsorten etwas größer, als in den kleinknolligen.

ii.) Der Blütenstiel ist unverzweigt und trägt eine verbreiterte Dolde. Im Querschnitt fand ich 15 Gefäßbündel, während es beim normalen gewöhnlich nur 5 gibt, also auch hier das Dreifache der Zahl.

(Fig. 31–32). Selten tritt die halbkreisförmige Anordnung der Gefäßbündel auf. Obwohl wir noch nicht erklären können, woher diese Unterschiede kommen, ist es doch merkwürdig, daß beim faszierten schon am Stiele der Keimblätter die Neigung zur Verbreiterung zum Vorschein kommt. Ob das von eigentümlichen Zellteilungsrichtungen oder anderen Ursachen kommt, ist eine wichtige und interessante Frage.

#### b.) Über die Zellengröße.

Über die Zellengröße ist uns von AMELUNG (1) ein sehr überraschendes Resultat angeboten worden. Nach ihm bestehen verschieden große Organe gleicher Art ein und desselben Pflanzenindividuum aus Zellen von gleicher oder nahezu gleicher Größe. Aber seine Untersuchungen beschränkten sich nur auf normal entwickelten Pflanzen, geben also keinen Aufschluß darüber, ob das auch für telatologische Exemplare zutrifft.

Später veröffentlichte STREITWOLF (26) einige Beobachtungen über das Verhältnis der Zellengröße bei normalen und verbänderten Formen von *Myosotis alpestris* und *Tropaeolum majus*. Er hat gefunden, daß deren Mark bei normalen Exemplaren größere Zellen hat als bei verbänderten. Dies sei jedoch nur beiläufig erwähnt.

SIERP (25) hat eine sehr sorgfältige Arbeit über diese Frage veröffentlicht, welche wir nicht übersehen dürfen. Sie behandelt besonders die Zwergsippen. Über die Zellen der Zwergsippen gibt er folgende Resultate: (i) die Zwergsippe hat kleinere Zellen als die große Sippe (*Solanum*, *Pisum*, *Zea*, *Clarkia*); (ii) die Zwergsippe hat etwas kleinere oder gleichgroße Zellen wie die Normalsorte (*Mirabilis*, *Lathyrus*); (iii) die Zwergsippe hat größere Zellen als die Normalsippe (*Nigella*).

Zu welcher der obigen Gruppen wird die Zelle der verbänderten Formen gehören? Auf die Beantwortung dieser Frage sind meine folgenden Untersuchungen gerichtet.

Für die Messung benutzte ich stets den Okularmikrometer. Die Zahlen der folgenden Tabellen bedeuten also Abschnitte des Okularmikrometers. Die wirkliche Größe wird durch Ver-

gleichung mit einem Objektmikrometer ermittelt. Es ergibt sich, daß 36 Abschnitte des Okularmikrometers gleich 0,17 mm sind. Zu diesen Messungen benutzte ich Exemplare, die ich im voll ausgewachsenen Stadium gesammelt und in Alkohol konserviert hatte.

Die bekommenen Resultate sind auf den folgenden Tabellen angegeben.

### Durchmesser.

#### 1.) Verbänderte Exemplare.

| Breite u. Dicke des Stengels in cm | Epidermis | Kollenchym | Rindenparenchym | Bast | Gefäß | Mark  |
|------------------------------------|-----------|------------|-----------------|------|-------|-------|
| 1,05-0,10                          | 4,08      | 3,19       | —               | 3,48 | 9,59  | 11,22 |
| 1,35-0,10                          | 4,65      | 3,97       | —               | 5,21 | 8,84  | 12,76 |
| 0,55-0,17                          | 4,50      | 5,50       | 9,80            | 4,70 | 13,10 | 14,50 |
| 0,80-0,20                          | 3,80      | 4,30       | 7,60            | 4,40 | 14,40 | 14,30 |
| —                                  | 3,70      | 3,90       | 7,70            | 4,40 | 8,60  | 13,40 |
| —                                  | 4,50      | 4,90       | 11,36           | 4,20 | 9,63  | 17,96 |

#### 2.) Normale Exemplare.

| Breite u. Dicke des Stengels in cm | Epidermis | Kollenchym | Rindenparenchym | Bast | Gefäß | Mark  |
|------------------------------------|-----------|------------|-----------------|------|-------|-------|
| 0,25-0,25                          | 6,67      | 8,13       | —               | 4,70 | 19,64 | 22,63 |
| 0,18-0,18                          | 6,10      | 6,06       | —               | 5,50 | 10,46 | 15,87 |
| —                                  | 5,80      | 7,48       | 19,80           | 4,57 | 20,43 | 22,71 |
| (jung. Stengel)                    | 6,30      | 7,30       | 12,54           | 5,69 | 9,34  | 16,70 |

### Länge.

#### 1.) Verbänderte Exemplare.

| Breite u. Dicke d. Stengels in cm | Epidermis | Kollenchym | Stärkescheide | Mark  |
|-----------------------------------|-----------|------------|---------------|-------|
| 1,05-0,10                         | 14,11     | 28,11      | —             | 40,19 |
| 1,35-0,10                         | 15,20     | 40,50      | —             | 27,82 |
| —                                 | 17,10     | 44,20      | 13,30         | 38,09 |
| (jung. Stengel)                   | 7,46      | 17,71      | 10,57         | 22,13 |

## 2'.) Normale Exemplare.

| Durchmesser<br>d. Stengels in cm | Epidermis | Kollenchym | Stärkescheide | Mark  |
|----------------------------------|-----------|------------|---------------|-------|
| 0,25                             | 7,43      | 19,85      | —             | 27,19 |
| 0,18                             | 10,71     | 23,66      | —             | 23,88 |
| (jung. Stengel)                  | 11,80     | 32,00      | 12,00         | 24,40 |
| —                                | 12,76     | 34,43      | 15,04         | 26,31 |
| —                                | 11,21     | 22,21      | 17,30         | 29,71 |

(Obige Zahlen geben alle den Durchschnitt der verschiedenen Zellmessungen an.)

Wie die Tabelle 1 und 2 in überraschender Weise zeigen, sind bei faszierten Formen die Zellen der Epidermis, des Kollenchyms, des Rindenparenchyms, des Markparenchyms und der Gefäße viel kleiner als beim normalen. Sie stehen beinahe im Verhältnis 1:2. Andererseits ergaben sich im Längsschnitt ganz umgekehrte Verhältnisse wie die Tabellen 1' und 2' zeigen. Die merkwürdigste Tatsache aber ist, daß beim verbänderten Stengel die Epidermis und die äußere Rinde aus beinahe zweimal so großen Zellen bestehen wie beim normalen.

Hier entsteht die Frage, ob die Zellgröße und das Auftreten der Verbänderung in Beziehung zueinander stehen oder nicht. Vielleicht haben alle faszierten Formen—sowohl die durch die optimale Ernährung in der Wasserkultur, als auch die durch Unterernährung hervorgerufenen Formen—annähernd gleiche Zellgröße. Um hier einen Einblick zu erhalten, habe ich jede Reihe der Wasserkulturpflanzen auf ihre Zellgröße hin gemessen. Die Resultate geben folgende Tabellen:

(A)                      Querschnitt                      Längsschnitt  
1.) Verbänderte Exemplare.

| Namen der<br>Kult. Reihe | Epider-<br>mis | Rinde | Mark  |  | Epider-<br>mis | Rinde | Mark  |  |
|--------------------------|----------------|-------|-------|--|----------------|-------|-------|--|
| 0,1 % <sub>00</sub> Lös. | 5,79           | 18,68 | 18,56 |  | 11,72          | 31,33 | 22,64 |  |
| 0,5 % <sub>00</sub> „    | 5,25           | 14,95 | 21,06 |  | 6,27           | 26,56 | 21,85 |  |
| 1,0 % <sub>00</sub> „    | 3,64           | 8,80  | 15,83 |  | 5,65           | 21,22 | 15,68 |  |
| 2,0 % <sub>00</sub> „    | 3,84           | 13,00 | 17,37 |  | 8,87           | 36,56 | 19,15 |  |
| 5,0 % <sub>00</sub> „    | 4,38           | 11,89 | 18,59 |  | 5,78           | 28,40 | 21,50 |  |
| 10,0 % <sub>00</sub> „   | 2,68           | 8,96  | 14,87 |  | 5,33           | 22,00 | 24,95 |  |

## Querschnitt

## Längsschnitt

## 2.) Normale Exemplare.

| Namen der Kult. Reihe | Epidermis | Rinde | Mark  |  | Epidermis | Rinde | Mark  |  |
|-----------------------|-----------|-------|-------|--|-----------|-------|-------|--|
| 0,1 ‰ Lös.            | 6,06      | 12,98 | 21,55 |  | 10,25     | 36,09 | 23,84 |  |
| 0,5 ‰ „               | 5,06      | 8,58  | 16,81 |  | 7,75      | 30,29 | 20,11 |  |
| 1,0 ‰ „               | 4,12      | 9,52  | 17,00 |  | 10,90     | 25,17 | 21,60 |  |
| 2,0 ‰ „               | 6,84      | 17,41 | 26,27 |  | 13,50     | 34,31 | 25,46 |  |
| 5,0 ‰ „               | 4,81      | 13,82 | 25,11 |  | 10,97     | 41,41 | 32,14 |  |
| 10,0 ‰ „              | 4,34      | 12,68 | 24,63 |  | 9,80      | 29,90 | 22,43 |  |

## (B) Querschnitt

## Längsschnitt

## 1.) Verbänderte Exemplare.

| Namen der Kult. Reihe | Epidermis | Kollenchym | Rindenparenchym | Gefäß | Mark  | Epidermis | Rinde | Mark  |
|-----------------------|-----------|------------|-----------------|-------|-------|-----------|-------|-------|
| 0,1 ‰ Lös.            | 4,54      | 11,98      | 20,09           | 5,28  | 16,14 | 8,92      | 37,00 | 21,81 |
| 2,0 ‰ „               | 5,48      | 6,26       | 14,33           | 5,82  | 23,06 | 7,53      | 38,07 | 22,39 |
| 10,0 ‰ „              | 3,93      | 5,07       | 11,27           | 8,48  | 15,00 | 9,40      | 30,45 | 18,18 |

## Querschnitt

## Längsschnitt

## 2.) Normale Exemplare.

| Namen der Kult. Reihe | Epidermis | Kollenchym | Rindenparenchym | Gefäß | Mark  | Epidermis | Rinde | Mark  |
|-----------------------|-----------|------------|-----------------|-------|-------|-----------|-------|-------|
| 0,1 ‰ Lös.            | 8,12      | 9,83       | 20,53           | 10,21 | 25,08 | 8,25      | 33,90 | 23,16 |
| 2,0 ‰ „               | 5,28      | 7,77       | 13,83           | 11,93 | 19,57 | 9,15      | 41,50 | 20,33 |
| 10,0 ‰ „              | 5,62      | 8,00       | 13,91           | 11,63 | 19,33 | 12,40     | 43,22 | 29,00 |

(Obige Zahlen geben alle den Durchschnitt der verschiedenen Zellmessungen an.)

Aus Tabelle A kann man deutlich ersehen, daß die Zellgröße bei beiden Typen, besonders in der Epidermis, geneigt ist, sich mit steigender Konzentration der Nährlösung zu verkleinern. Auch Tabelle B zeigt das. Nur die Durchmesser der Gefäße nehmen hier wie bei den faszierten allmählich zu. Überdies

zeigen die beiden Tabellen die auffällige Tatsache, daß beim faszierten die Rindenparenchym- und Kollenchymzellen mit zunehmender Konzentration der Nährlösung allmählich und merkwürdig kleiner werden, und daß die Zellengröße bei 10,0‰ Lösung zu der bei 0,1‰ Lösung im Verhältnis von 1:2 steht, während sie sich beim normalen fast nicht verändert. Deshalb scheint mir die Verkleinerung der Rindenzellen mit den günstigen Bedingungen für das Auftreten der Verbänderung Hand in Hand zu gehen, obwohl ich leider andererseits die starke Verlängerung dieser Zellen beim faszierten nicht konstatieren konnte.<sup>1)</sup> Dieser Unterschied mag von dem verschiedenen Entwicklungsstadium der Versuchspflanzen kommen. Der erste Versuch (S. 41–42) wurde an ausgewachsenen Pflanzen vorgenommen, während zum anderen (S. 42–43, Tabelle A u. B) noch unausgewachsene Gewächshauspflanzen benutzt wurden.

Was wir aus obigen Tabellen noch ersehen können, ist, daß die normalen Formen an Zellengröße immer die faszierten übertreffen. Nur die 0,1‰ und 0,5‰ Reihe bilden eine Ausnahme, da bei ihnen die Rindenparenchym oder die Kollenchymzellen der verbänderten Exemplare im Durchmesser bedeutend größer sind als bei den normalen. Das scheint ein Befreiungsweg der künstlich veranlaßten Zwerge gegen die äußeren Bedingungen zu sein.

Da die Fasziation von *Pharbitis hederacea* CHORS. deutlich erblich ist, entsteht die Frage: Wie wird sich die Zellengröße bei Bastarden beider Typen zueinander verhalten? Um diese Frage entscheiden zu können, müssen wir folgende Daten im Auge behalten:

|              | Epidermis | äußere Rinde | innere Rinde | Gefäß | Mark  | Bemerkung                                    |
|--------------|-----------|--------------|--------------|-------|-------|--|
| Querschnitt  | 4,75      | 4,92         | 10,71        | 8,92  | 15,30 | Breite u. Dicke des Stengels<br>0,25–0,15 cm |
| Längsschnitt | 7,59      | 41,59        | —            | —     | 16,27 |  |

(Das Material war jung, aber verbändert und erreichte kaum 6 cm Höhe. Obige Zahlen geben alle den Durchschnitt der verschiedenen Zellmessungen an.)

i.) Tabelle B zeigt, daß die Zellenlänge beider Typen mit steigender Konzentration der Nährlösung zunimmt, daß aber die der faszierten nicht größer als die der anderen ist.

Die Zellengröße vererbt sich scheinbar, da der Durchmesser der Zelle ganz und die Länge beinahe denen des Vaters<sup>1)</sup> gleichen, namentlich bei den fasziierten Formen (vergl. S. 41–42). Die Länge der Kollenchymzellen haben in diesem jungen Stadium schon fast die des ausgewachsenen, fasziierten Individuums erreicht.

Aus diesen Beobachtungen folgt, daß die fasziierten Formen betreffs der Zellengröße ähnliche Beziehungen zu den normalen haben, wie die zur ersten Gruppe SIERPS gehörigen Pflanzen.

## 2.) Entwicklungsgeschichte.

Für die Lösung der Frage nach der Ursache der Verbänderung sind die entwicklungsgeschichtlichen Untersuchungen unentbehrlich. Bis jetzt sind über diesen Punkt nur Teiluntersuchungen veröffentlicht worden. Von diesem Gesichtspunkt aus gesehen, ist die wichtige Arbeit NESTLERS (19) die einzige. Aber er vernachlässigte meiner Ansicht nach zu sehr die Tatsache, daß zwischen den Keimblättern und der Verbänderungsebene der Hauptspitze eine bestimmte Beziehung vorhanden ist; mit anderen Worten, er beschränkte seine Untersuchungen auf den Vegetationsscheitel und suchte nicht in der ganzen Entwicklungsgeschichte den Schlüssel für die Lösung des Problems zu finden.

Da ich aber die Tatsache beobachtet habe, daß die Verbänderungsebene fast immer mit der Keimblätterebene zusammenfällt,<sup>ii)</sup> und falls 3 Keimblätter vorhanden sind, mit der Ebene der beiden Keimblätter übereinstimmt, welche den größeren Winkel einschließen, bemühte ich mich die Entwicklungsgeschichte möglichst genau zu verfolgen. Ich beschränkte meine Untersuchungen auf die Entwicklungsgeschichte nach der Keimung, ließ also die der in Samen eingeschlossenen Keimlinge unbeachtet. Denn ich entdeckte, daß an den nach der Entfaltung der Keimblätter kaum einige Tage alten Keimlingen keine Plumula entwickelt waren. Erst nach einigen Tagen erhob sie sich als

i.) Bei dieser Kreuzung wurde eine Pflanze der verbänderten Formen als Vater benutzt.

ii.) DE VRIES schon beobachtete die gleiche Tatsache bei *Celosia cristata* u. *Crepis biennis*. Er sagt, daß die Ebene der Verbänderung die Medianebene der Kotylen sei (s. Die Mutationstheorie, Bd. II, 1903, S. 562).

Höcker.<sup>1)</sup> Die Untersuchungen über die Entwicklungsgeschichte gestalteten sich folgendermassen.

*Das Hypokotyl:* Die Hypokotylen, welche anfangs mit vier Gefäßbündelgruppen versehen sind, zeigen keine Unterschiede zwischen den beiden Typen. Die Verbänderung beginnt oberhalb der Keimblätter, wenigstens bei dieser Versuchspflanze. Vielleicht ist es aber richtiger zu sagen: Sie beginnt mit den Keimblättern zusammen. Diese vier Gefäßbündelgruppen bilden nach und nach einen geschlossenen Gefäßbündelring. Erst dann kommen die Entwicklungsvorgänge der Hauptsprosse zur Vorschein. Wo dieser Gefäßbündelring in die Hauptsprosse übergeht, treten in der Keimblätterebene zwischen zwei parallel angeordneten Gefäßbündelgruppen zwei sich gegenüberliegende Blattlücken der Kotylen auf (Fig. 20–21). Überraschend erscheint es auch hier, daß sich die Hauptsprosse infolge ihres Verwachsenseins mit den Keimblätterstielen verbunden mit diesen entwickelt, sodaß sie—besonders die stammeignen Gefäßbündelgruppen—uns als Brücke zwischen den beiden Keimblätterstielen erscheint. Die parallel gebliebenen Gefäßbündelgruppen werden bald in der einen, bald in der anderen Richtung durch die Blattlücken unterbrochen. Dadurch treten die vier Gefäßbündelgruppen wieder hervor (Fig. 15), welche nach ihrer Verbindung wieder einen geschlossenen Gefäßbündelring bilden. Hier findet sich die wichtige Erscheinung, daß der so gebildete Gefäßbündelring schon in diesem jüngsten Entwicklungsstadium<sup>ii)</sup> verbreitert ist (Fig. 16–17). So erklärt sich sehr einfach und deutlich, daß die Verbänderungsebene bei meinen Versuchspflanzen immer ganz bestimmt ist, d. h. immer mit der Keimblätterebene übereinstimmt. Dann entfernen sich die Blättchen mit eigenen Blattgefäßbündeln von der Sprosse (Fig. 15). Damit hört das Verwachsen der Keimblätterstiele mit der Sprosse auf.

*Der Stengel:* Am stammeignen Gefäßbündelring sieht man

- 
- i.) Dies ist jedoch an zahlreichen Materialien noch weiter zu untersuchen.  
 ii.) Der Sproß erreichte kaum 1 cm Höhe, und seine Spitze war kaum sichtbar, da der ganze Sproß in der "Keimblattstielseide", wenn wir dieses Wort gebrauchen dürfen, eingeschlossen war.

öfters einige Höcker, welche später als Blattgefäßbündel in die Blätter eintreten (Fig. 15, 18, 19). Der Stengel selbst ist wegen der Blattvermehrung<sup>1)</sup> schwach links gedreht, stimmt also mit den späteren Drehungen des fasziierten Stengels und mit den kreisenden Bewegungen des normalen Stengels ganz überein. Daneben ist es eine wichtige Tatsache, daß die Stengel selbst stark dazu neigen, an Breite und Dicke, besonders an Breite, nach oben zu abzunehmen (Fig. 18–19). Ich konnte leider bei diesem Material diese Erscheinung nicht bis zum Scheitel verfolgen, da ich den obersten Teil des Stengels verloren hatte.

Ein anderes Exemplar, dessen Hauptsproß oberhalb der Keimblätter 2 cm lang war, zeigte mir eine gute Querschnittsansicht der Spitze des Stengels. Danach scheint die Vegetationslinie wenigstens im frühesten Entwicklungsstadium der verbänderbaren Pflanzen nicht zu existieren. Aus jenen Querschnittsansichten kann man leicht ersehen, daß sich, je weiter man die Querschnittsreihe von der Spitze nach unten verfolgt, desto mehr die Sprosse verbreitert, indem sich das Gefäßbündel des Stengels durch Verbindung mit den Mestomsträngen der Blattstiele mehr und mehr nach unten vergrößert (Fig. 33–35 u. 37–39). Das heißt mit anderen Worten, daß die Verbreiterung des Stengels von unten nach oben mit jeder Abtrennung der Blattgefäßbündel von den Mestomsträngen des Stengels geringer wird.

Hier kommt es also, was eine wichtige Bedeutung zu haben scheint,—besonders wenn wir uns erinnern, daß die Gefäßbündel in den Blattstielen der verbänderten Pflanze merkwürdig linienförmig oder bogenförmig angeordnet waren—daß nämlich die jungen Blattstiele, während sie mit dem Hauptsproße verwachsen sind, eine kleine Strecke Längenwachstum verbunden zurücklegen, wie das bei den Keimblattstielen schon der Fall war.

Eine andere etwas ältere Pflanze, deren Hauptsproß oberhalb der Keimblätter 3 cm lang war, hatte eine ziemlich typische Vegetationslinie (Fig. 37). Daraus erklärt es sich, daß das

---

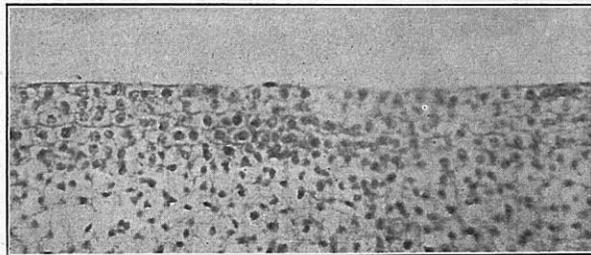
i.) Obwohl diese Erscheinung beim Auftreten der Verbänderung eine wichtige Rolle zu spielen scheint, kann ich noch keine genaue Erklärung über die Blattvermehrung bez. Blattstellung bei der fasziierten Pflanze geben.

Auftreten der Vegetationslinie in einigen Entwicklungsstadien der Pflanze mit der Größe der Verbänderungsmöglichkeit sehr innig verknüpft ist. Bei starker Neigung zur Verbänderung wird die Pflanze schon im frühesten Entwicklungsstadium, wie kurz nach der Trennung des jungen Hauptstengels von den Keimblätterstielen, ja sogar noch im Verwachsensein dieser Organe eine eigenartige Verflächung des Vegetationsscheitels zeigen. Bei geringer Neigung dagegen tritt die Verflächung langsam auf, und erst mit zwei sich zufällig gegenüberliegenden Blättern tritt die Verbreiterung des Vegetationsscheitels in gleicher Weise wie bei den Keimblättern ein. In diesem Fall mag die Vegetationslinie nicht immer mit der Keimblätterebene übereinstimmen. Ich konnte aber fast keine solchen Exemplare beobachten.

Ich beschränkte meine Untersuchung über den Vegetationsscheitel der jungen Pflanze auf die Querschnittsansicht, und kann nicht sagen, wie der Vegetationsscheitel in diesem Entwicklungsstadium im Längsschnitt aussieht.

Bei ausgewachsenen Pflanzen kann man leicht den Stammscheitel als Vegetationslinie oder als Vegetationskamm oder auch

Fig. 3. Stück einer Vegetationslinie.  
(Längsschnitt parallel zur Verbänderungsebene.)  
YAMAGUCHI phot.



in ähnlicher Gestalt erkennen (Fig. 24-26). Die Längsschnittsansichten der Vegetationslinie, welche senkrecht zur Verbänderungsebene gemacht wurden, zeigten fast alle die normale Gestalt des Vegetationskegels des normalen Stengels, wie auch NESTLER (19) und STREITWOLF (26) beobachtet haben. Von dieser Gestalt aber wich die Vegetationslinie infolge des Verwachsenseins der Blättchen mit der Gegend des Vegetationsscheitels vielfach ab (Fig. 28-30).

Im Querschnitt sieht man einen strichförmigen Raum, an

welchen sich auf beiden Seiten zahlreiche Blättchen drängen. Wenn man diese Querschnittsreihe von der Spitze nach unten verfolgt, kann man einige gute Querschnittsansichten des Vegetationslinie erhalten. In diesen Querschnittsansichten der Vegetationslinien findet sich eine lebhaft Zellteilung, besonders nach die Richtung der Verbänderung, wie z. B. am Dermatogen (Fig. 23) oder am Periblem (Fig. 22). Auch in der Richtung rechtwinklig zur Verbänderung findet sich nicht selten eine lebhaft Zellteilung, die aber doch schwächer ist als die oben erwähnte.

Im Längsschnitt parallel zur Verbänderungsebene sieht man eine eigentümliche, teils wellenförmig, teils gerade verlaufende Vegetationslinie, wie das schon NESTLER (19) in seiner Arbeit angegeben hat (Fig. 24-27). Am Dermatogen herrscht lebhaft, antiklyne Zellteilung, am Periblem mit gleicher Lebhaftigkeit aber besonders die periklyne, während die antiklyne Zellteilung hier etwas schwächer ist (Fig. 40). Z. B. erhielt ich folgende Zahlen:

| Nr. der Präparaten                   | I  | II | III | IV | V |
|--------------------------------------|----|----|-----|----|---|
| periklyne Zellteilung<br>am Periblem | 21 | 19 | 10  | 13 | 7 |
| antiklyne Zellteilung<br>am Periblem | 10 | 16 | 13  | 14 | 3 |

#### *Die normalen Formen:*

Im Gegensatz zu den verbänderten Formen beginnt bei den normalen Formen das stammeigene Gefäßbündel bald nach Eintritt der Blattspurstränge der Keimblätter die Blattbündel zu verschließen (Fig. 6-7). Das hat seinen Grund in dem geringeren Vorhandensein oder dem völligen Fehlen der Verwachsung der Keimblätterstiele mit dem Stengel und hat wahrscheinlich zur Folge, daß an den Kotyledonen keine Blattstielscheide ausgebildet wird. Dabei scheint mir auch die geringere Zahl der Blätter, d. s. die langen Internodien, keine kleine Rollen zu spielen, denn das Raumverhältnis wird dadurch stark verändert. Obwohl der frühzeitigere Verschluß des Gefäßbündels zuweilen auch bei den verbänderten Formen auftritt, kann man ihn leicht von dem der normalen Formen unterscheiden. Bei den normalen Formen

finden sich nie unregelmäßig geformte Gefäßbündelringe, bei den verbänderten Formen dagegen sind sie selbst bei frühem Schluß des Gefäßbündels die Regel.

## VII. Schlußbemerkungen und Zusammenfassung.

Nun sind wir so weit, aus den vorstehenden Ergebnissen über das Auftreten der Verbänderung eine Folgerung ziehen zu können. Auf die Frage, ob die Verbänderung die Verbreiterung eines zylindrischen Stammes ist oder die Verwachsung zahlreicher Sprosse, können wir mit Bestimmtheit sagen, daß sie—wennstens am basalen Teile—die Verbreiterung eines zylindrischen Stammes ist. Es ist aber sehr gewagt zu behaupten, daß auch die weitere Entwicklung die Verbreiterung eines einzigen Sprosses sei. Denn wenn auch aus den vorstehenden Ergebnissen (s.S. 29) hervorgeht, daß die Verbreiterung des Stammes auch aus der Verteilung des Vegetationspunktes hervorgehen kann, so deuten doch die zahlreichen im Durchmesser kleineren, in der Länge größeren Zellen fasziierter Stengel auf eine Verwachsung mehrerer Sprosse hin.

Es ist wohl ein großes Hindernis dazu, die Verbänderung als Verwachsung mehrerer Sprosse zu erklären, daß die Verteilung der Lage des Vegetationspunktes immer in der Verbänderungsebene verfolgt. Die vorliegenden Ergebnisse über die parallele Anordnung des Gefäßbündels und das wahrscheinliche Druckverhältnis durch die in der Blattstielscheide der Kotedonen zusammengedrängten Blättchen werden einiges zur Aufhellung dieser Ansicht beitragen. Wenn es aber möglich wäre zu beweisen, daß diese Reize dauernd auf den Vegetationskegel wirken, dann ist es meiner Ansicht nach durchaus folgerichtig, sich vorzustellen, daß in diesem Falle statt der zahlreichen Vegetationspunkte eine ununterbrochene Vegetationslinie entsteht. Aber es ist doch die Frage, ob ein solch unbedeutender mechanischer Reiz später jene große Verbreiterung des Vegetationskegels hervorufen kann. Hier ist wahrscheinlich noch eine andere Ursache vorhanden.

Was hier unsere Beachtung besonders stark verdient, ist die Verwachsung der Blattstiele mit dem Stengel und die Blattvermehrung. Obwohl die Ursache dieser Erscheinungen unbekannt ist, scheinen sie mir beim Auftreten der Verbänderung eine große Rolle zu spielen.

Durch die vorstehenden Ergebnisse kam ich vielmehr zu der Ansicht, daß die Verbänderung meiner Versuchspflanze allein die Verbreiterung eines einzigen Stengels sei. Die Pflanze verbreitert sich sowohl an der Spitze, als auch an der Basis des Stengels durch denselben Mechanismus, indem der obere Teil des Stengels durch das Vorhandensein der Verwachsung mit den zahlreichen Blattstielen stark in derselben Weise zur Verbreiterung veranlaßt wird wie der basale Teil des Stengels durch die Keimblätterstiele: Nur tritt die Verbreiterung des Stammscheitels nicht so früh und stark ein wie an der Basis des Stengels, da es im oberen Teile des Stengels sehr selten vorkommt, daß sich gleichzeitig 2 Blätter in einer Ebene einander gegenüberstehend entwickeln. Die Richtung der Verbänderung ist schon im frühesten Entwicklungsstadium durch ihren Mechanismus bestimmt. Wielange sich die Verbänderung so jung verbänderter Stengel in der Weiterentwicklung erhält, dabei ist die Blattvermehrung, d. i. die Verkürzung der Internodien des Stammes, wichtig und bedeutungsvoll, da eine zu kleine Zahl der Blätter, d. i. eine zu große Verlängerung der Internodien, den schon verflächten Gefäßbündelring zur normalen Entwicklung zurückkehren lassen kann. Zwar kann ich behaupten, — wenigstens über die Verbänderungsmechanik — daß, je stärker die Blattvermehrung ist, desto stärker auch die Verbänderung ist.<sup>1)</sup> Ja, die Verflächung des Stammes ist eine zweckmäßige Mechanik für die Entwicklung der größten Oberfläche bei geringster Zunahme der Querschnittsfläche des Stammes, um den stark vermehrten Blättern den nötigen Raum zu bieten.

Durch diese Mechanik wird der Vegetationsscheitel, wenn auch zuweilen sehr langsam, endlich doch verbreitert, womit dann

---

i.) Was die erste Rolle beim Auftreten der Verbänderung spielt, ob die Blattvermehrung oder die Verbänderungsmöglichkeit, das ist natürlich eine andere und sehr schwierige Frage.

die Vegetationslinie zum Vorschein kommt. Nach Ausbildung der Vegetationslinie wird die Verbreiterung schneller und leichter zustande kommen. Als ein besonderer Fall, z. B. bei der Verbänderung von Exemplaren mit starker Neigung zur Verbänderung, ist es denkbar, daß die Vegetationslinie sofort nach oder sogar schon während des Verwachsenseins der Keimblätterstiele mit dem Stengel in der Keimblätterstielscheide hervortritt.

Es ist aber klar, daß meine oben erwähnte Ansicht nicht die ganze Ursache der Verbänderung enthält, sondern nur die mechanische Ursache. Was das Verwachsen der Blattstiele mit dem Stengel, die Blattvermehrung, die starke Lebenskraft u. s. w. veranlaßt, bleibt noch völlig unbekannt. Dazu sind genaue Untersuchungen über die Unterschiede der Assimilationsfähigkeit der anorganischen und organischen Nährsubstanzen,<sup>1)</sup> über die Reservestoffe in den Samen, über die cytologischen Verhältnisse (z. B. der Chromosomenzahl) beider Typen notwendig. Auch dazu hoffe ich, einiges beitragen zu können.

Zum Schluß seien im Folgenden die wichtigsten Resultate kurz zusammengestellt:—

1. Die 1,0‰, 2,0‰ und besonders die 5,0‰ KONPSche Nährlösung sind dem Auftreten der Verbänderung günstig. Die höheren Konzentrationsgrade hindern die Entwicklung der Pflanzen.
2. Beim niedrigsten Grade hat in meiner Versuchsreihe die Entwicklung der faszierten Pflanzen ganz aufgehört, obgleich sich die normalen Pflanzen unter denselben Bedingungen ziemlich gut entwickelten. Ich z. B. habe nie ein Aufhören der Entwicklung bemerkt.
3. Die Dunkelheit hat beinahe keinen Einfluß auf das Auftreten der Verbänderung.

---

i.) Da die normalen Formen in ihrem durchschnittlichen Trockengewicht bei allen Wasser- u. Sandkulturversuchen die faszierten überragen, scheinen mir Differenzen in der Assimilationsfähigkeit zu existieren. Dies läßt auch die dem jungen Normalstengel ähnliche Struktur des verbänderten Stengels u. die Blattvermehrung vermuten. Deutet das nicht an, daß in Bezug auf die Kohlensäureassimilation, bez. die Kohlenhydrate u. die Mineralstoffaufnahme zwischen beiden Typen quantitative Unterschiede bestehen?

4. Durch die Köpfung normaler Exemplare ist Verbänderung nicht hervorzurufen.
  5. Durch die Längsspaltung des Stammscheitels kommt eine schwache Verbänderung an der Spaltstelle zustande.
  6. Die Entfernung der Blüten hat einen die Verbänderung fördernden Einfluß. Die Entfernung der Blätter hat einen unbestimmten Einfluß. Die Entfernung der Wurzeln hat zur Folge, daß die bereits verbänderte Pflanze ein wenig neigt, zur normalen Entwicklung zurückzukehren.
  7. Die Struktur des Holzteils ist bei verbänderten Exemplaren lockerer und schlanker als bei normalen.
  8. Bei verbänderten Pflanzen findet sich im Querschnitt eine relative Zunahme der Gefäßbündelfläche.
  9. Die Zellen faszierter Exemplare sind kleiner, aber länger als die normaler. Die Zellengröße ist deutlich vererbungs-fähig.
  10. Die Verbänderungsebene ist vom frühesten Entwicklungsstadium an durch die eigentümliche Entwicklungsmechanik genau bestimmt.
  11. Auf dem ausgewachsenen, fasziierten Stamme ist eine deutliche Vegetationslinie vorhanden. Sie wird durch die Verwachsung der Blattstiele mit dem Stengel und die Blattvermehrung im frühen Entwicklungsstadium ausgebildet. Die Verwachsung der Blattstiele mit dem Stengel und die Blattvermehrung im frühen Entwicklungsstadium können also als die mechanischen Ursachen der Verbänderung bezeichnet werden.
-



21. **Russel, W.**, Observation sur quelques cas de fasciation. (Ref. in *Justs Jahrb.*, XXII, 2, 1894, S. 217.)
22. **Schulow, Iw.**, Versuche mit sterilen Kulturen höherer Pflanzen. (Ber. d. Deutsch. Botan. Gesellsch., Bd. XXXI, 1913, H. 3, S. 97.)
23. **Schwendener, S.**, Mechanische Theorie der Blattstellungen.
24. **Shibata, K.**, Beiträge zur Wachstumsgeschichte der Bambusgewächse. (Journ. Coll. Sc. Imp. Univ. Tokyo, Vol. XIII, S. 427.)
25. **Sierp, H.**, Über die Beziehungen zwischen Individuengröße, Organgröße und Zellengröße, mit besonderer Berücksichtigung des erblichen Zwergwuchses. (Ref. in *Zeits. f. Bot.*, VII, H. 2, 1914, S. 179.)
26. **Streitwolf, M.**, Über Fasciation. 1912.
27. **De Vries**, Sur la culture des fasciations des espèces annuelles et biannuelles. (*Rev. gén. d. bot.*, XI, 1899, P. 136.)
28. „ „, Eine Methode Zwangsdrehung aufzusuchen. (Ber. d. Deutsch. Botan. Gesellsch., XII, 1894, S. 25.)
29. „ „, Über die Abhängigkeit d. Fasciation vom Alter bei zweijährigen Pflanzen. (*Bot. Centr.*, LXXVII, 1899, S. 289.)
30. „ „, Die Mutationstheorie, Bd. II, 1903, S. 541.
31. „ „, Over de erfelykheid der fasciatien. (*Botanisch Jaarb.*, 1894.)
32. **Vöchting, H.**, Über die Bedeutung des Lichtes für die Gestaltung blattförmiger *Cacteen*. (*Jahrb. f. wiss. Bot.*, Bd. 26, 1894, S. 438.)
33. **Warming**, Recherches sur la ramification des phanerogames etc. (Ref. in *Justs Jahrb.*, I, 1873, S. 230.)
34. **Worsdell, W. C.**, "Fasciation"; its Meaning and Origin. (*The new phytologist*, Vol. IV, Nos. 2 & 3, 1905, P. 55.)

### Inhaltverzeichnis.

|   | S. |
|---|----|
| I. Einleitung und Literarisches....           | 1  |
| II. Beschreibung der Versuchspflanze. ....    | 4  |
| III. Kulturversuche. ....                     | 8  |
| 1.) Wasserkultur. ....                        | 9  |
| 2.) Sandkultur. ....                          | 20 |
| 3.) Kultur im Dunkeln. ....                   | 27 |
| IV. Effekte der Operationen. ....             | 28 |
| V. Korrelationserscheinungen. ....            | 29 |
| VI. Anatomie und Entwicklungsgeschichte. .... | 32 |
| 1.) Anatomie ....                             | 32 |
| a.) Allgemeines. ....                         | 32 |
| b.) Über die Zellengröße. ....                | 40 |

|  |    |
|--|----|
| 2.) Entwicklungsgeschichte. ... ..                 | 45 |
| VII. Schlußbemerkungen und Zusammenfassung. ... .. | 50 |
| <hr/>  |    |
| Literaturverzeichnis. ... ..                       | 54 |

---

September am 30, 1916.

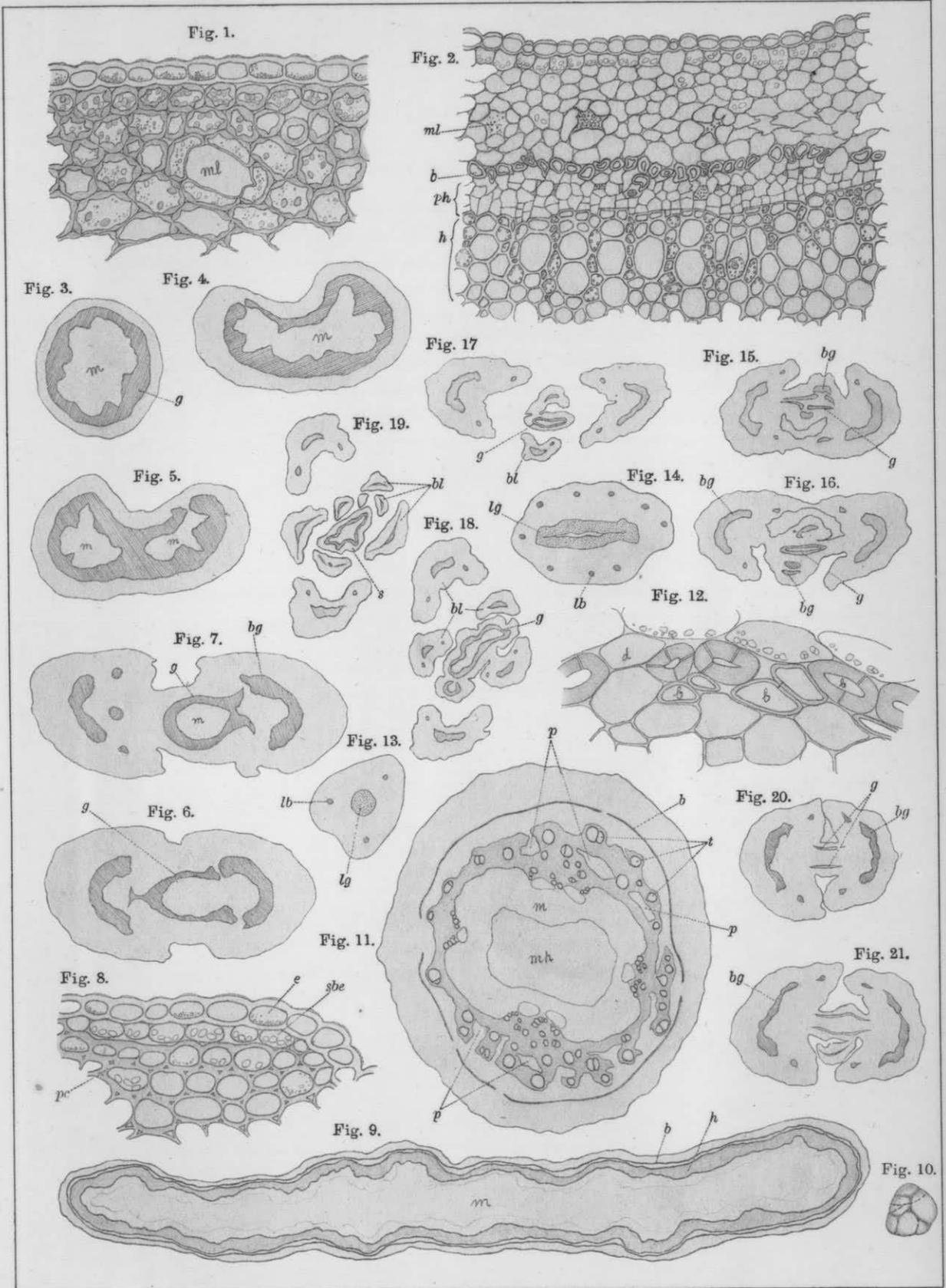
---

Y. Yamaguchi :  
ÜBER DAS AUFTRETEN DER VERBÄNDERUNG.

TAFEL I.

## Erklärung von Tafel I.

- Fig. 1.** ( $\times 200$ ) Kollenchym eines normalen Stammes, eine in Kollenchym eingeschlossene Milchröhre zeigend. *ml.* Milchröhre.
- Fig. 2.** ( $\times 200$ ) Teil eines Querschnittes durch den Stengel der verbänderten Formen. *b.* Bastzellen, *ph* Phloemteil, *h* Holzteil.
- Fig. 3—5.** ( $\times 27$ ) Querschnittsreihe durch den künstlich veranlaßten faszierten Stengel. *m* Mark, *g* Gefäßbündel.
- Fig. 3. Querschnitt durch die Hauptsproße, nicht verändert.
- Fig. 4. Querschnitt durch den verflächten Teil des Stengels.
- Fig. 5. Querschnitt durch die Spaltstelle.
- Fig. 6—7.** ( $\times 15$ ) Querschnittsreihe zur Entwicklungsgeschichte der normalen Formen.
- Fig. 6. Noch nicht geschlossenen stammeignen Gefäßbündelring zeigend. *bg* Blattgefäßbündel, *g* stammeigne Gefäßbündel.
- Fig. 7. Fast geschlossenen stammeignen Gefäßbündelring zeigend.
- Fig. 8.** ( $\times 400$ ) Plattenkollenchym eines faszierten Stammes. *e* Epidermis, *sbe* subepidermale parenchymatische Zellschicht, *pc* Plattenkollenchym.
- Fig. 9.** ( $\times 15$ ) Querschnitt durch den typisch faszierten Stengel. *b* Bastring, *h* Holzteil.
- Fig. 10.** ( $\times 330$ ) Polyadelphische Stärkekörner im faszierten Mark.
- Fig. 11.** ( $\times 21$ ) Querschnitt durch einen ausgewachsenen, normalen Stengel mit beinahe bilateralen Gefäßbündeln. *b* Bastring, *t* Tracheen, *p* im Gefäßteile eingeschlossene parenchymatische Gewebe, *m* Mark, *mh* Markhöhle.
- Fig. 12.** ( $\times 330$ ) Verschiedene Verdickung normaler Bastzellwände. *b* Bastzelle, *d* Durchlaßzelle.
- Fig. 13.** ( $\times 21$ ) Querschnitt durch normalen Griffel. *lb* Leitungsbündel, *lg* Leitungsgewebe.
- Fig. 14.** ( $\times 21$ ) Querschnitt durch den faszierten Griffel.
- Fig. 15—19.** Querschnittsreihe zur Entwicklungsgeschichte der Verbänderung.
- Fig. 15. ( $\times 15$ ) 4 Gefäßbündelgruppen am Hauptstengel zeigend. *bg* Blattgefäßbündel, *g* stammeignes Gefäßbündel.
- Fig. 16. ( $\times 15$ ) Oberhalb der vorigen, den geschlossenen und verflächten Gefäßbündelring zeigend.
- Fig. 17. ( $\times 15$ ) Desgleichen, oberhalb des vorigen. *bl* Blättchen.
- Fig. 18. ( $\times 27$ ) Desgleichen, weiter oberhalb, Keimblätter ungezeichnet.
- Fig. 19. ( $\times 27$ ) Desgleichen, noch weiter oberhalb. *s* Hauptstengel.
- Fig. 20—21.** ( $\times 15$ ) Eine andere Querschnittsreihe zur Entwicklungsgeschichte der Verbänderung, parallel angeordnete Gefäßbündelgruppen des Hauptstengels zeigend.



**Y. Yamaguchi :**  
**ÜBER DAS AUFTRETEN DER VERBÄNDERUNG.**

**TAFEL II.**

## Erklärung von Tafel II.

- Fig. 22.** ( $\times 390$ ) Teil eines Querschnittes durch die Vegetationslinie, das Periblem zeigend. *a* Zellteilung nach der Richtung der Verbänderung. *b* Zellteilung, die zu *a* rechtwinklig ist.
- Fig. 23.** ( $\times 415$ ) Desgleichen, das Dermatogen zeigend.
- Fig. 24—27.** Längsschnitte parallel zur Verbänderungsebene, Vegetationslinien zeigend.
- Fig. 24 u. 27. ( $\times 26$ )  
Fig. 25 u. 26. ( $\times 60$ )
- Fig. 28—30.** ( $\times 65$ ) Längsschnitte senkrecht zur Verbänderungsebene, Formänderungen des Stammsscheitels durch die Entstehung der Blättchen zeigend.
- Fig. 31—32.** ( $\times 15$ ) Querschnitte durch die Blattstiele der faszierten Formen.  
*b* Blattgefäßbündel.
- Fig. 33—35.** ( $\times 33$ ) Querschnittsreihe durch einen Stammsscheitel, dessen Stengel oberhalb der Keimblätter nur 2 cm lang war.
- Fig. 33. Spitze des Stengels.  
Fig. 34. 10  $\mu$  unterhalb der Spitze.  
Fig. 35. 20  $\mu$  unterhalb der Spitze.  
*s* Stengel, *bl* Blättchen.
- Fig. 36.** ( $\times 15$ ) Querschnitt durch den Blattstiel der normalen Formen.
- Fig. 37—39.** ( $\times 33$ ) Querschnittsreihe durch einen Stammsscheitel, dessen Stengel oberhalb der Keimblätter 3 cm lang war. Das Verhältnis zwischen Blattstielen und Stengel zeigend.
- Fig. 37, Fig. 38 u. Fig. 39 beziehungsweise unterhalb der vorigen.
- Fig. 40.** ( $\times 760$ ) Teil der in Fig. 25 gezeichneten Vegetationslinie.  
*a* antiklyne Zellteilung, *b* periklyne Zellteilung, *c* periklyne Kernteilung.

