

# Ueber Verbänderungen (Fasciationen) an unseren Waldbäumen

Autor(en): **Tanner, H.**

Objektyp: **Article**

Zeitschrift: **Jahrbuch der St. Gallischen Naturwissenschaftlichen Gesellschaft**

Band (Jahr): **65 (1929-1930)**

PDF erstellt am: **22.07.2024**

Persistenter Link: <https://doi.org/10.5169/seals-834779>

## **Nutzungsbedingungen**

Die ETH-Bibliothek ist Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Inhalten der Zeitschriften. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern.

Die auf der Plattform e-periodica veröffentlichten Dokumente stehen für nicht-kommerzielle Zwecke in Lehre und Forschung sowie für die private Nutzung frei zur Verfügung. Einzelne Dateien oder Ausdrucke aus diesem Angebot können zusammen mit diesen Nutzungsbedingungen und den korrekten Herkunftsbezeichnungen weitergegeben werden.

Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. Die systematische Speicherung von Teilen des elektronischen Angebots auf anderen Servern bedarf ebenfalls des schriftlichen Einverständnisses der Rechteinhaber.

## **Haftungsausschluss**

Alle Angaben erfolgen ohne Gewähr für Vollständigkeit oder Richtigkeit. Es wird keine Haftung übernommen für Schäden durch die Verwendung von Informationen aus diesem Online-Angebot oder durch das Fehlen von Informationen. Dies gilt auch für Inhalte Dritter, die über dieses Angebot zugänglich sind.

### III.

## Ueber Verbänderungen (Fasciationen) an unseren Waldbäumen.

Von **Hch. Tanner**, I. kantonaler Forstadjunkt, St. Gallen.

---

### Einleitung.

Studien über Verbänderungen wurden schon im 16. Jahrhundert veröffentlicht. Seither ist die Zahl der Erklärungsversuche, welche über das Zustandekommen dieser sonderbaren Mißbildungen Klarheit schaffen wollen, sehr groß geworden, ohne daß es aber bis heute jemals einem Forscher möglich gewesen wäre, diesen sehr verwickelten Fragenkomplex einwandfrei und restlos zu entwirren. — Verschiedene Theorien und Behauptungen sind für einen bestimmten Fall richtig, stimmen aber für andere Beispiele wieder ganz und gar nicht.

In einem kurzen geschichtlichen Abriß werde ich versuchen, wenigstens die wichtigsten bis jetzt bekanntgewordenen Resultate zusammenzufassen und werde mich dabei namentlich an das neueste Werk über Verbänderungen von *Georgescu*<sup>1)</sup> halten, daneben aber auch andere, dieses Gebiet berührende Arbeiten heranziehen.

In einem zweiten Abschnitt sollen Beobachtungen und Untersuchungen, welche ich teils auf beruflichen Touren, teils an freien Sonntagen zu machen Gelegenheit hatte, niedergelegt werden. Dabei ist es mir nicht darum zu tun, mit langen Versuchsreihen aufzuwarten, sondern ich möchte vielmehr nur die gewonnenen Resultate aus solchen Versuchen bekanntgeben.

Verschiedene, für krautige Gewächse als richtig erkannte Feststellungen werden sich auch für die Holzarten anwenden lassen und in diesem oder jenem Punkte ist es vielleicht möglich, noch Neues hinzufügen zu können.

---

## I. Geschichtliches und Erklärungsversuche für die Entstehung von Verbänderungen.

Aus dem Jahre 1550 stammt die erste bekanntgewordene Abbildung einer Verbänderung von *Beta vulgaris* (Runkelrübe), von *Cuno* gezeichnet. (*Moquin.*)

1671 ist der Ausdruck „fasciatus“ von *Olaus Borrich* in die Botanik eingeführt worden. (*Penzig.*)

Lange Zeit hindurch betrachtete man die Fasciationen als Verwachsungen verschiedener Sprosse. Diese Meinung konnte sich namentlich deshalb Geltung verschaffen, weil, wie aus den beigegebenen Bildern ersichtlich ist, verbänderte Sprosse meistens viele, in der Längsrichtung verlaufende Rippen aufweisen, welche Verwachsungen von Sprossen vortäuschen. Ferner lassen die vielen am Vegetationskamm vorhandenen Knospen diese Vermutung aufkommen. So schreibt z. B. *Maier* im Jahre 1669 vom Verwachsen mehrerer Sprosse, indem er sich vorstellt, daß eine Anzahl Samen dicht nebeneinander gelegen seien, wodurch sie bei der Entwicklung aneinander wuchsen und als verbänderte Triebe ans Tageslicht kamen<sup>1)</sup>.

Auch *Linné* schreibt über die Verbänderungen: „Fasciata dici solet planta quum plures caules connascantur ut unus ex pluribus instar fasciae evadit et compressus“<sup>1)</sup>. („Man pflegt eine Pflanze Verbänderung zu nennen, wenn mehrere Stiele zusammenwachsen, wie einer aus mehreren gleichsam als Bündel [Fasces wie unser Kantonswappen oder wie Mussolinis Feldzeichen] herauskommen und zusammengepreßt sind.“)

Zu der nämlichen Ansicht neigt *De Candolle*, wenn er sagt: „... in gewissen Fällen wäre man versucht zu glauben, die bandartige Ausbreitung sei durch Verwachsung mehrerer kleiner an einer einzigen Stelle nebeneinander entsprungener Zweige entstanden“<sup>1)</sup>.

Mit dieser Ansicht bricht im Jahre 1841 *Moquin-Tandon*, indem er behauptet, daß der Bau der Vegetationslinie der verbänderten Sprosse keine Andeutung einer Verwachsung zeigt: „Die Vegetationslinie ist ein einheitliches Gebilde. Die täuschenden an Verwachsung erinnernden Bilder der ausgewachsenen, verbänderten Sprosse sind von sekundärer Natur und sie können für das Zustandekommen der verbänderten Sprosse nicht herangezogen werden“<sup>1)</sup>.

Von den Untersuchungen *Neslers* berichtet *Streitwolf*<sup>9)</sup>: „Seine Untersuchungen ergaben, daß tatsächlich der Kamm, das ist das breite,

fortwachsende Ende einer Fasciation, nicht aus einzelnen in einer gewissen Entfernung stehenden Vegetationspunkten, welche etwa künftige Sproßachsen andeuten, besteht, sondern eine im allgemeinen ununterbrochene, meist wellenförmige, stellenweise auch gerade aus gleichwertigen Zellen zusammengesetzte „Vegetationslinie“ darstellt.“ — Aus seinen eigenen morphologischen und anatomischen Untersuchungen folgert *Streitwolf*: „ . . daß Verbänderungen nicht Verwachsungen sein können, sondern aus einer einheitlichen Anlage, also durch Verbreiterung des Vegetationspunktes entstanden sein müssen. Hierfür spricht schon die Tatsache, daß ein normal zylindrischer Sproß sich zu einer Verbänderung verbreitern kann“<sup>9)</sup>.

Dieser Auffassung schließen sich eine ganze Reihe von Forschern an, wie *Sorauer* u. a.

Daß diese Tatsache nicht nur für eine einzelne Pflanzengruppe Geltung hat, sondern ganz allgemein auch für unsere Holzarten angewendet werden darf, haben uns verschiedene Querschnitts- und andere Untersuchungen gezeigt. So war es bei allen mikroskopisch untersuchten Querschnitten nie möglich, auch nur Spuren von Verwachsungen zu finden. Die Zellen waren vielmehr überall zu einem geschlossenen Ganzen verschmolzen.

Ferner konnte die Behauptung *Streitwolfs*, daß sich zylindrische Sprosse verbreitern können, namentlich an Erlen sehr oft bestätigt werden. In einzelnen Fällen war bei verbänderten Sprossen, die sich aus vollständig zylindrischen entwickelt hatten, nicht einmal am Grunde derselben eine wesentliche Markdeformation zu bemerken. Auch auf Abb. Nr. 1 ist die Markdeformation nur sehr gering und der Sproß vollständig rund. — Ursprünglich vollkommen runde Fichtenstämmchen tragen plötzlich verbänderte Gipfeltriebe. Dasselbe gilt für die Föhren usw. Unsere Beobachtungen könnten noch mit verschiedenen anderen Beispielen belegt werden, welche die vorerwähnte Behauptung auch für unsere Holzarten bestätigen würden. Wir können daher die Tatsache festhalten:

Die Fasciationen an Holzarten sind keine Verwachsungen, sondern durch gewisse, heute zum Teil noch unbekannte Ursachen hervorgerufene Verbreiterungen des Vegetationskegels (Vegetationspunktes) zu einer Vegetationslinie (Vegetationskamm) umgebildete Sproßformen.

Die eigenartige bandförmige Verbreiterung der verbänderten Sprosse hat die Vermutung aufkommen lassen, das Zustandekommen dieser

Mißbildungen sei auf Druckwirkungen zurückzuführen. So behauptet z. B. *Rippel*, daß Verbänderungen dann entstehen, wenn ein Druck von zwei Seiten auf den Zweig einwirke. Diese Auffassung teilt auch *Gräbner* in *Sorauers Pflanzenkrankheiten* (4. Auflage), wenn er schreibt: „ . . . daß ein Druck von zwei entgegengesetzten Seiten die Achse

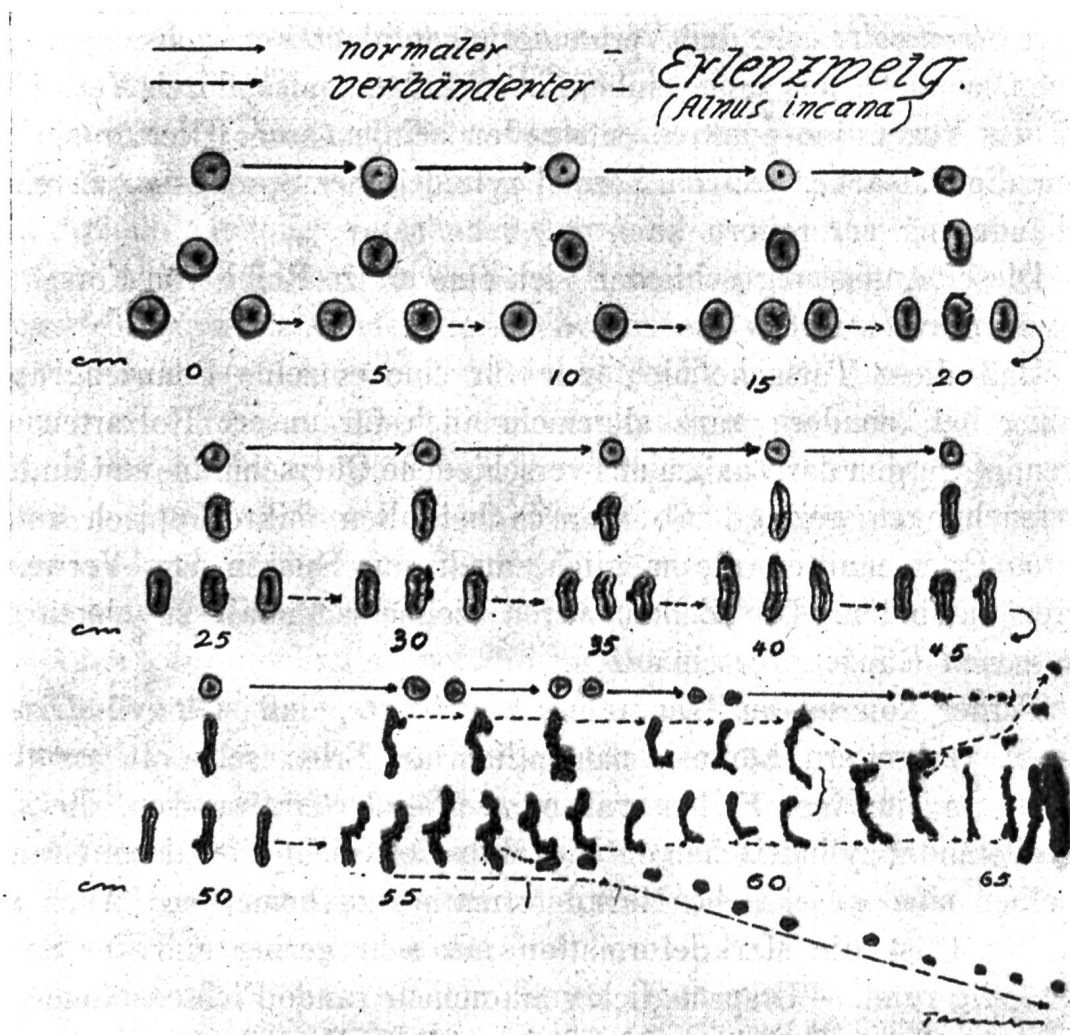


Abb. 1: Schnitte durch einen normalen und einen am Grunde gleichen Durchmesser aufweisenden verbänderten Erlenzweig. Die Dreier- und Vierergruppen sind immer vom selben Zweig bei der betreffenden Längenzahl entnommen. Von 55 cm an beginnt sich die Verbänderung aufzulösen. Beachtenswert sind die typischen Markdeformationen beim verbänderten Spross.

bandartig machen kann“ und „ . . . außer solchem seitlichen Druck kann in anderen Fällen wahrscheinlich auch ein vorübergehender Druck von oben eine Verbreiterung des Vegetationspunktes zu einer Vegetationslinie veranlassen . . .“ *Georgescu* hat diese Auffassungen, welche offenbar in der Hauptsache auf bloßen Vermutungen beruhen, bestritten und an Hand von Versuchen gezeigt, daß durch Druckwirkungen weder an Keimlingen von *Phaseolus* noch an solchen anderer Pflanzen

fasciierende Sprosse erhalten werden können. Auch *Goebel* bestreitet auf Grund verschiedener Beispiele, daß bei der Entstehung von Verbänderungen Druckwirkungen in Frage kommen können.

In der Tat kann die Richtigkeit der *Rippel'schen* Behauptung aus der bloßen Anschauung heraus angezweifelt werden. So ist nicht recht verständlich, woher die seitlichen Druckwirkungen bei verbänderten Fichtengipfeln kommen könnten oder was für Seitendrucke bei anfänglich zylindrischen Erlenzweigen gewirkt haben müssen, damit die Verbänderung einen halben Meter über Boden entstehen konnte.

Um die Frage näher zu prüfen, habe ich bei Eschen und Erlen sowohl an Zweigen wie auch an Knospen versucht, durch Anbringung von Klammern oder starkes Einbinden der Sprosse oder Knospen zwischen Holzbrettchen Verbänderungen zu erzeugen. Die gewonnenen Resultate waren immer negativ. Entweder übten die Klammern nicht den nötigen Druck aus, und die Sprosse wuchsen ohne Veränderung normal weiter oder aber die Druckwirkungen waren so stark, daß die Sprosse gequetscht wurden und entweder abstarben oder zeigten oberhalb der Quetschstelle wieder ein normales zylindrisches Wachstum.

Wir kommen daher auch für die Holzarten zum Schluß, daß das Zustandekommen von Verbänderungen an unseren Holzarten nicht auf Druckwirkungen zurückzuführen ist, sondern daß es vielmehr innere Anlagen sind, welche diese allmähliche bandförmige Verbreiterung des Vegetationspunktes zu einer Linie zur Folge haben.

Die Behauptung, die Anlagen für die Verbänderungen seien schon in der Keimzelle vorhanden, kann für einige Pflanzenarten wenigstens nicht ganz von der Hand gewiesen werden. Nicht zutreffend ist sie für unsere einheimischen Holzarten, stimmt aber für einige krautige Gewächse. So müssen wir annehmen, daß die durch Züchtung entstandene verbänderte Form von *Celosia cristata*, Hahnenkamm, samengebändig geworden ist. Durch eine stete Auslese hat man Pflanzen erhalten, aus deren Samen immer wieder verbänderte Nachkommen entstehen. Rückschläge kommen wohl vor, sind aber selten. — Eine ziemlich häufig fasciierende Pflanzenart ist die blaue Wegwarte (*Cichorium Intybus*). Auch bei dieser können sich unter bestimmten Voraussetzungen zweifellos erworbene Eigenschaften vererben. So konnte ich im Sommer 1928 in der Festung Luziensteig eine lehrreiche Beobachtung machen. Innerhalb der Festungsmauern wuchsen an einem verschwiegenen Plätzchen in der Nähe des Liechtensteinertores Weg-

warten, die alle verbändert waren. Selbst ganz junge Pflänzchen zeigten schon Spuren von Fasciationen. Die größten Verbänderungen waren 6 cm breit (Abb. 2). Außerhalb der Mauern konnten nur vereinzelt verbänderte Wegwarten gefunden werden. Es scheint, daß die Pflanzen innerhalb der Ummauerung die erworbenen Eigenschaften auf ihre Nachkommen vererbt haben. Die Möglichkeit einer sehr guten Ernährung, welche in diesem Falle auch in Frage kommen könnte, darf nicht außer acht gelassen werden. Auf dieses Moment kommt *Goebel* ebenfalls zu sprechen: „Aus der Tatsache, daß Verbänderungen erblich sind, müssen wir schließen, daß in den Pflanzen eine innere, unbekannte Anlage dazu vorhanden ist. Die Entfaltung dieser Anlage kann noch durch gute Ernährung begünstigt werden; so erhalten wir die schönsten Celosiakämme an besonders gut ernährten Pflanzen“<sup>2)</sup>.

Damit kommen wir zu der in der Literatur ziemlich häufig vertretenen Auffassung, daß die Ursache von Verbänderungen „im Ueberfluß des Nährstoffes liegen“ (*Moquin*). Auch *Schenk* und *Neger* sind dieser Meinung: „Auch die bekannten Erscheinungen der Verbänderung (Fasciation), d. h. die bandartige Verbreiterung von stielrunden Achsenorganen . . . . werden in der Regel auf eine Art Ueberernährung zurückgeführt“<sup>4)</sup>.

Obwohl diese Behauptung häufig bestritten worden ist und noch heute vielfach bestritten wird, muß doch selbst bei Laboratoriumsversuchen zugegeben werden, daß bessere Vegetationsbedingungen die Verbänderungen fördern und daß z. B. bei schlecht ernährten Objekten unter Umständen eine Fasciierung vollständig unterbleiben oder die Entwicklung derselben doch sehr stark gestört werden kann. So folgert z. B. *Georgescu* aus seinen Versuchen: „Für die einheitliche Entwicklung des Vegetationskammes sind konstante und günstige Vegetationsbedingungen erforderlich, so daß eine ständig gleichmäßige Zufuhr der Nährstoffe zur Vegetationslinie begünstigt wird. Durch den zeitweisen Mangel an sproßbildenden Nährstoffen, der auch künstlich hervorgerufen sein kann, wird die Auflösung der Verbänderung bedingt . . .“<sup>1)</sup>.

*Sachs* erhält durch frühzeitige Entfernung des Hauptsprosses der Keimpflanzen von *Phaseolus multiflorus* (Schminkbohne oder Feuerbohne) Verbänderungen. Er bemerkt dazu: „Es liegt nahe, die Ursache dieser wunderlichen Mißbildungen in einem Ueberfluß von Nahrungszufuhr in die noch jugendlichen Achselknospen der Kotyledonen zu suchen, was nur dann geschieht, wenn der Mitteltrieb, die Plumula weggenommen ist . . . . fehlt der Mitteltrieb, so treffen die schon assi-

milierten Stoffe der Kotyledonen auf die noch ganz unfertigen Achselknospen und da sie hier auch keine angelegten Organe finden, so veranlassen sie eine ungerichtete und übermäßige Neubildung von Vegetationspunkten.“<sup>7)</sup>

Nach *Goebel* kann man „Fasciationen erzeugen dadurch, daß der Saft rasch und mit großer Intensität in eine Seitenknospe geleitet wird, die sonst nur einen kleinen Teil desselben erhalten hätte“.

Durch Köpfen und andere Mißhandlungen von Keimlingen gelang es verschiedenen Forschern auf experimentellem Wege verbänderte Sprosse zur Entwicklung zu bringen. Voraussetzung war aber auch bei diesen Versuchen das Vorhandensein einer genügenden Nährstoffmenge. So erhielt *Georgescu* von Eichenkeimlingen Verbänderungen und *Goebel* konnte aus den Stummeln der Keimlingswurzeln von *Vicia Faba* (Saubohne) verbänderte Seitenwurzeln hervorbrechen sehen.

An Kirschbäumen beobachtete *Sorauer*<sup>8)</sup> das Absterben des jüngsten Vegetationskegels in der sich erschließenden Laubknospe bei Spätfrösten. Das Ausbleiben des Triebes war die Folge. — Später kamen aus den unverletzt gebliebenen Seitenaugen schwächlichere Nebentriebe und bisweilen gerade nach solchen Frühjahrsverletzungen auch verbänderte Triebe.

Zum Schlusse der kurz zusammengefaßten Theorienreihe — die Zahl der Erklärungsversuche für das Zustandekommen der Verbänderungen könnte noch wesentlich vermehrt werden — sollen als Kuriosität die Experimente von *Johnson*<sup>3)</sup> genannt werden, welche den Einfluß von Röntgenstrahlen auf *Helianthus annuus* (Sonnenblume) untersuchte. Das Wachstum dieser Pflanze wurde vom Keimling bis zur vollständigen Entwicklung verfolgt und dabei neben anderen Erscheinungen als auffallendster Einfluß der Bestrahlung morphologisch das Auftreten von Fasciationen an Stengeln, Blättern und Blütenständen erkannt.

Aus den vorläufig gemachten Betrachtungen geht mit Deutlichkeit hervor, daß wir die Entstehung von Verbänderungen nicht auf eine bestimmte Ursache zurückführen dürfen, sondern daß es vielmehr eine bunte Menge von Einflüssen sind, von denen wir bis heute nur ganz wenige kennen, welche diese sonderbaren Mißbildungen hervorrufen können.

Wir erkennen ferner, daß wir es bei den Fasciationen bald mit erblich gewordenen Wuchsformen, Variationen, wie beim Hahnenkamm, bald wieder mit Mutationen oder gar nur mit nicht erblichen Modifikationen, welche durch irgendwelche zufällig auftretende äußere Einflüsse entstehen können, zu tun haben.



## II. Verbänderungen an Holzarten.

### A. Allgemeines.

Nach der Häufigkeit des Auftretens von Verbänderungen an unseren Waldbäumen und Sträuchern können in großen Zügen zwei Gruppen gebildet werden. In die erste Gruppe sind alle jene Holzarten einzubeziehen, bei welchen eine innere Anlage für die Bildung dieser Mißbildungen vorhanden zu sein scheint. Die zweite Gruppe wird die Holzarten umfassen, bei welchen Verbänderungen nur selten oder nie auftreten und offenbar verschiedene Zufälligkeiten, von denen bis jetzt nur ganz wenige bekannt sind, eine gewisse Rolle spielen.

In die erste Gruppe gehören:

1. Die Erlen. Von den drei einheimischen Erlenarten verbändert die Weißerle (*Alnus incana*) weitaus am häufigsten, aber auch von der Schwarzerle (*A. rotundifolia* oder *glutinosa*) sind sehr schöne Verbänderungen bekannt geworden. Von der Alpenerle (*A. viridis*) konnten solche Mißbildungen bis jetzt nicht ausfindig gemacht werden. (Auch in der Literatur fehlen Angaben über fasciierte Grünerlenzweige.) (Abb. 1 und 6.)

2. Die Weiden. Von dieser Familie verbänderten am leichtesten die Purpur-, Sahl-, Korb- und Weißweide (*Salix purpurea*, *caprea*, *viminialis* und *alba*). (Abb. 3 und 8.)

3. Die Pappeln. Von welchen mir bis heute nur Verbänderungen der Schwarzpappel (*Populus nigra*) bekannt geworden sind. (Abb. 10.)

Verbänderte Sprosse finden sich bei diesen Arten in der weitaus größten Zahl an Stockausschlägen. An Zweigen erwachsener Bäume trifft man sie hin und wieder, aber relativ selten.

Von *Alnus incana* weiß *Penzig*<sup>6)</sup> allerdings zu berichten: „Die Zweige sind häufig fasciiert. *Schauer* hat sogar solche Anomalie durch Absenker fortpflanzen können“.

4. Die Eschen. Für uns kommt nur die hohe Esche (*Fraxinus excelsior*) in Frage. Kräftige, schön ausgebildete Fasciationen sind sowohl an Stockausschlägen, als auch an Aesten erwachsener Bäume zu finden. (Abb. 5.)

5. Die Fichten. Beobachtungen wurden nur an der einheimischen Rottanne (*Picea excelsa*) gemacht, wo an Aesten und dann aber namentlich an Gipfeltrieben Verbänderungen angetroffen worden sind. (Abb. 4 und 7.)

6. Die Föhren. Angaben waren nur über die Waldföhre erhältlich, an deren Gipfeltrieben dann und wann sehr schöne Verbänderungen gefunden wurden.

7. Die Lärche. Verhältnisse ähnlich wie bei Föhre, doch sind fasciierte Sprosse noch seltener zu finden. (In *Penzig* erwähnt.)

In die zweite Gruppe gehören:

8. Birken, 9. Ulmen, 10. Ahorne, 11. Hainbuche.

Von diesen Holzarten sind vereinzelte Fälle von Verbänderungen aus der Literatur bekannt geworden. Das Auftreten derselben ist jedoch sehr selten.

Vollständig zu fehlen scheinen diese Abnormitäten bei  
12. Tanne, Eibe, Buche, Eichen usw.

Von den Sträuchern ist der schwarze Holunder (*Sambucus nigra*) in die erste Gruppe zu zählen, während die übrigen mit Ausnahme der schon erwähnten Weidenarten eher der zweiten Gruppe zugechieden werden müssen.

## B. Definition und Formen der Verbänderungen.

Die Definitionen für die Verbänderungen sind so zahlreich wie die Erklärungsversuche über das Zustandekommen dieser „Monstrositäten“, so daß es keinen Wert hat, die Zahl der Begriffsbestimmungen noch zu vermehren. Darum sollen hier zwei Definitionen bekannt gegeben werden.

I. Fasciation = Verbänderung d. h. flache, bandartige, oft sehr ausgedehnte Verbreiterung eines normal zylindrischen Axenorganes zugleich mit bedeutenden Abweichungen von der gewöhnlichen Blattstellung verbunden: augenscheinlich durch vorwiegende Zellteilung in einer Richtung schon im Vegetationskegel hervorgebracht (*Penzig*, Bd. 1, pag. XV). <sup>6)</sup>

II. Unter Verbänderung (Fasciation) versteht man die abnorm flache oder bandförmige Verbreiterung der Pflanzenorgane, die normalerweise einen mehr oder weniger rundlichen Querschnitt besitzen! (*Georgescu*). <sup>1)</sup>

Solche Verbänderungen können an Wurzeln, Stengeln, Sprossen, Blättern und Blütenständen, durch äußere oder innere Einflüsse, wie z. B. durch Befall durch Pilze oder Insekten, übermäßige Ernährung, Frostwirkungen etc., wie aus dem ersten Abschnitt zu ersehen ist, entstehen. So bemerkt man fast regelmäßig Verbänderungserscheinungen an den Stielen der sogenannten Eschenklunkern, welche durch

den Befall der Eschenblüten durch *Phytoptus fraxini* (Eschengallmilbe) hervorgerufen werden. — Nicht zu den Verbänderungen gezählt werden dürfen aber zwischen Steinen eingepresste, breitgewordene Wurzeln oder durch Quetschungen verursachte Astverbreiterungen etc.

Die Fasciationen werden nach ihrem Ansehen, ihrem anatomischen Bau usw. von den verschiedenen Forschern in zum Teil voneinander verschiedene Gruppen eingeteilt. Für unsere Arbeit, wo in der Hauptsache nur die morphologischen Eigenschaften zur Behandlung kommen sollen, scheint die Teilung, wie sie *Georgescu* vorgenommen hat, zweckmäßig zu sein. Darnach unterscheiden wir:

1. dorsiventral verbänderte Sprosse,
2. bilateral verbänderte Sprosse.



Fig. 1: Beispiele für dorsiventrale und bilaterale Querschnittformen.

Dorsiventral und bilateral verbänderte Sprossen bleiben, wie ich in Bestätigung der Untersuchungen des obgenannten Forschers durch eigene Beobachtungen feststellen konnte, nicht auf einzelne Pflanzen einer Art beschränkt, sondern sie umfassen vielmehr ganze Pflanzengattungen. So gehören die Erlen, Pappeln, Eschen, Weiden, ja ich glaube behaupten zu dürfen, fast alle, wenn nicht alle Laubhölzer zu der Gruppe der dorsiventralen, während Fichte, Föhre etc., oder zusammengefaßt unsere einheimischen Nadelhölzer der bilateral verbändernden Gruppe angehören. Damit will durchaus nicht etwa behauptet werden, daß die die Regel bestätigenden Ausnahmen nicht vorhanden seien. So weist der Fichtenast auf Abb. 4 ziemlich deutliche Dorsiventralität auf, während der auf Abb. 3 abgebildete Weiden sproß eine stark an bilateralen Bau erinnernde Ausbildung besitzt. In den Hauptzügen aber kann die Behauptung als richtig angesprochen werden.

Dorsiventral verbändert nennt man Sprosse, deren Querschnitt nicht auf der ganzen Fläche gleich gebaut ist, sondern die an einer oder beiden Kanten unregelmäßige Verstärkungen aufweisen oder anders ausgedrückt: die Ausbildung der Zellen und Gewebe ist nicht auf der ganzen Querschnittfläche gleichmäßig vor sich gegangen, sondern sie war an einer oder beiden Kanten viel intensiver, während die mittleren Teile mehr oder weniger stark unter Nährstoffmangel zu leiden hatten, und darum nur eine sehr schwache Zellenausbildung

erfahren konnten. Aus dieser ungleichen Ausbildung der Organe muß geschlossen werden, daß die Saffleitung in einer oder beiden Kantenlinien stattfinden muß.

In den meisten Fällen tritt diese Dorsiventralität bei unsern Holzarten in den untersten Teilen des verbänderten Sprosses nicht sehr deutlich in Erscheinung. Man denkt dort viel eher an eine bilaterale Ausbildung. Je mehr man sich aber dem Vegetationskamm nähert, um so stärker tritt dieses asymmetrische Wachstum zutage.

(Abb. 5 u. 6.) Die Ernährung der Kantenlinie kann so stark werden, daß für die eigentliche Verbänderung, die bandförmige Verbreiterungszone nichts mehr übrigbleibt. Man trifft darum z. B. an Erlen oft schon im zweiten Jahre dürr gewordene Stellen der vernachlässigten Kammlinie. Durch diese ungleichmäßige Ernährung erhält die Kantenlinie gegenüber den übrigen Teilen des Bandes bald einen wesentlichen Vorsprung. Es entstehen im Sproß Spannungen, welche sich in ganz bestimmten Krümmungen desselben äußern. Das unterernährte Band hemmt die Kantenlinie am normalen Wachstum und bewirkt, daß diese sich um den vernachlässigten Teil herum krümmen muß.

„Die Dorsiventralität drückt sich auch in einer Krümmung aus, die in der Sagittalebene — in der Ebene der Abplattung — stattfindet.“ (Georgescu.)

Die bischofsstabähnlich eingerollten Sprosse können Winkel bilden von  $0-360^{\circ}$  und sich nach Abstossung der überernährten Teile ausnahmsweise wieder aufrichten, um in der ursprünglichen Sprossrichtung weiter zu wachsen. (Fig. 2.) In der Regel bleibt aber der Sproß, einmal eingerollt, in dieser Stellung, weil ihm die Kraft zur Wiederaufrichtung fehlt. (Abb. 5, rechts.)

Eine andere, ebenfalls auf dieses asymmetrische Wachstum zurückzuführende und mit den entstehenden Spannungen in engem Zusammenhang befindliche Erscheinung ist das Zerreißen der Teile auf der konkaven Seite. Dadurch sterben einzelne Teile des Bandes plötzlich ab, es tritt Schrumpfung ein und die begonnene Einrollung kann noch

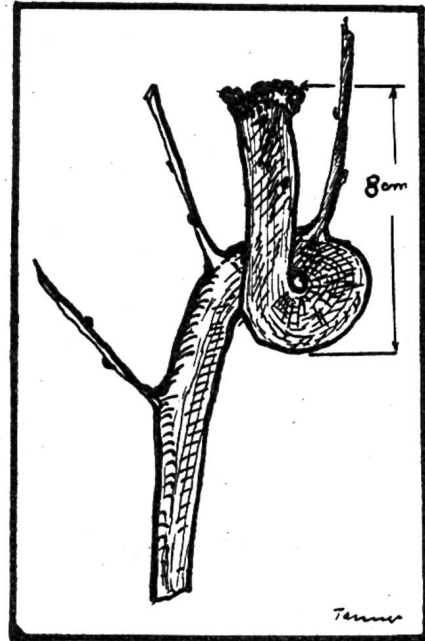


Fig. 2: Zweijähriger Erlenspross wächst nach Abstossung der überernährten Kantenlinie und vollführter vollständiger Einrollung wieder in der normalen Wuchsrichtung weiter. Von einer dorsiventralen Ausbildung des Sprosses bemerkt man in der Umgebung der Kammlinie nicht mehr viel.

verstärkt werden. So bewirkten die Zerreißen an dem auf Abb. 5 abgebildeten Eschenast den sehr schönen „Bischofsstab“. Experimentell lassen sich diese Rollungen durch Einschnitte auf der konkaven Seite sehr gut künstlich erzeugen. So sind sie mir bei Erlensprossen gelungen. Bei Erlen sind diese Risse in der Natur relativ wenig zu finden — offenbar deshalb, weil die Zweige noch sehr elastisch sind — ältere Eschenverbänderungen dagegen reißen oft auf.

Nicht selten bewegt sich, wie schon angedeutet, der Nährstoffstrom nicht nur auf einer, sondern auf beiden Kantenlinien. In diesem Falle wird unter Umständen die Mitte der Verbänderung unter Nährstoffmangel zu leiden haben, wodurch der mittlere Teil des Sprosses entweder im Wachstum stark zurückbleibt oder sogar ganz abstirbt. Das Ausscheiden des mittleren Sproßteiles bewirkt eine Gabelung in zwei mehr oder weniger gleichmäßige Hälften. Der weitere Entwicklungsgang hat mit dem geschilderten grosse Aehnlichkeit. Die beiden Kanten sind raschwüchsiger als die inneren Teile, und damit sind die Bedingungen für das Auftreten von doppelten Einrollungen gegeben. Sie sind der „Kräfteverteilung“ entsprechend in entgegengesetztem Sinne eingerollt und erhalten dadurch das Aussehen einer Lyra, die derjenigen der Schwanzfedern des Birkhahns nicht unähnlich sieht. *Oechslin* nennt diese Form denn auch „birkhahnschwanzähnliche Haupttriebverbänderung“. (Fig. 3, Beispiele 1—3.) Diese Form von Fasciationen findet man bei Erlenstockausschlägen ziemlich häufig.

Der Versuch, solche „Birkhahnschwanz-Verbänderungen“ auch künstlich zu erzeugen, ist mir vollständig gelungen. Durch Entfernung eines Teiles der mittleren Kammknospen, oder noch besser durch einen ziemlich tiefen keilförmigen Einschnitt in den mittleren Teil der Vegetationslinie, gelang es, an Sprossen, deren Kantenlinien gut ernährt waren, fast immer Gabelungen hervorzurufen. Interessant war dann aber, dass, wenn der Schnitt sehr tief geführt worden war, wohl eine Gabelung entstand, deren Aeste sich aber nicht kreuzten und sich nicht auf entgegengesetzte Seiten abbogen, sondern in parallelen Ebenen nebeneinander weiter wuchsen und einrollten.

Bilateral verbändert sind Sprosse dann, wenn sie auf der ganzen Fläche mehr oder weniger gleiche Durchmesser aufweisen und bei denen die Ausbildung der beiden Kantenlinien einander gleich oder doch ähnlich sind. Abweichungen von dieser symmetrischen Ausbildung kommen auch bei dieser Gruppe vor. Sie sind oft ziemlich stark bei den Gabelästen von Fichtenverbänderungen, nehmen aber

auch dann höchstens nur sichelförmige Krümmungen an. Eigentliche Einrollungen, wie sie bei der dorsiventralen Gruppe so häufig sind, treffen wir bei den Nadelhölzern nicht (wenigstens bin ich solchen Formen bis jetzt noch nie begegnet).

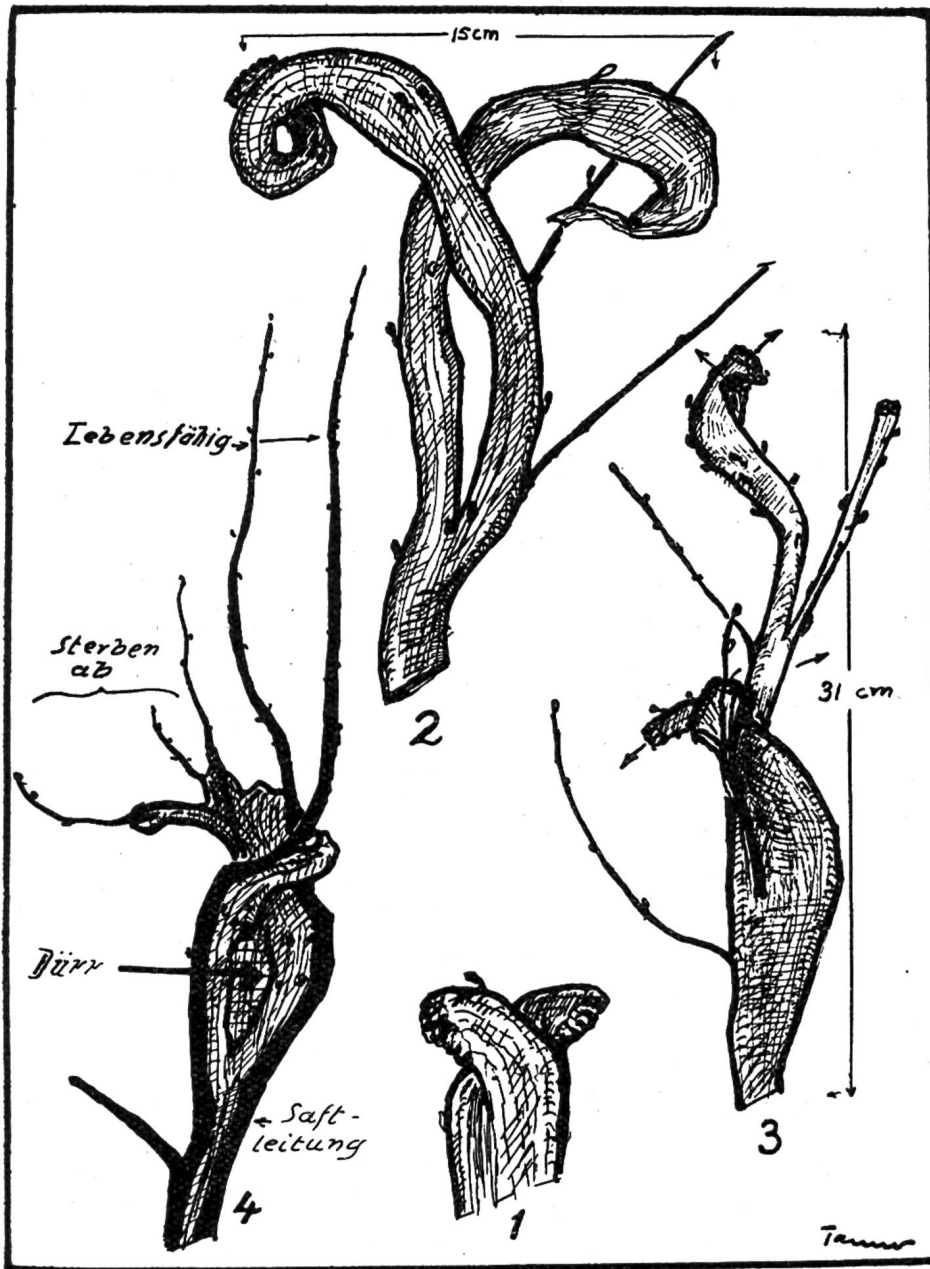


Fig 3: 1. Beginnende lyraförmige Gabelung. 2. Sehr schön ausgebildete Birkhahnschwanz-Veränderung (Herb. Oechslin). 3. Beginnende dreifache Gabelung (siehe Pfeile). 4. Sich auflösende Birkhahnschwanz-Veränderung. Mittlerer Teil abgestorben. Nur die beiden Kantenlinien sind voll vegetationsfähig geblieben und können normal weiterwachsen.

Auch bei bilateral verbänderten Sprossen bemerkt man neben den genannten sichelförmigen Ausbiegungen, die auf Asymmetrie zurückzuführen sind, noch eine andere Art von Krümmungen, welche mit der Ausbildung des Vegetationskammes in engem Zusammenhange

stehen und sich in einer eigentümlichen korkzieherartigen Drehwüchsigkeit äussern. (Abb. 4, 7 und Fig. 4).

Die Vegetationslinie verbänderter Nadelholzsprosse ist wulstig angeschwollen, sehr gut mit Nährstoffen versehen und dicht mit untereinander verbundenen Knospen besetzt. (Bei den Laubhölzern fehlt die wulstige Form des Vegetationskammes.) An den Seiten des Kammes befinden sich oft in ziemlich grosser Anzahl normale Knospen, aus welchen sich immer normale, aber meistens nur kurzlebende Normal-

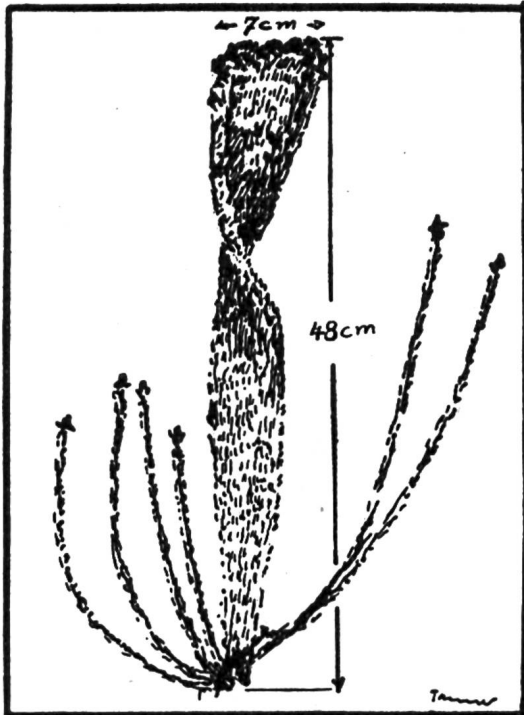


Fig. 4: Drehwüchsiger Fichtengipfeltrieb. Die normalen Zweige haben sich an den Seiten des letztjährigen Kammes gebildet und wachsen zu regulären Seitenästen aus.

triebe entwickeln. Aus dem kraftvoll weiterwachsenden Kamm selbst entstehen wieder verbänderte Gabeläste, die sich über die ganze Linie fächerförmig verteilen, wieder Kämme bilden und so viele Jahre hindurch weiterwachsen können. Schließlich ähnelt ein solcher verbänderter und stark verzweigter Gipfel z. B. einer Fichte mit seinen grotesken Wuchsformen stark einem grossen Hexenbesen. — Die Kammlinie ist nur in den wenigsten Fällen, gleichgültig ob zur dorsiventralen oder bilateralen Gruppe gehörend, ganz flach. Bei der Fichte z. B. ist er häufig kreis- oder ellipsenförmig gebogen (Abb. 7), dann wieder — und das trifft auch bei anderen Holzarten zu — mehr oder weniger

stark wellig gefaltet. Manchmal sind ausgesprochene Mulden und Kuppen vorhanden, bei welchen in der Regel nur die Kuppen voll vegetationsfähig sind, während die Mulden und Seitenwände die Weiterentwicklung ganz oder teilweise eingestellt haben (Raummangel).

Neben den behandelten Formen kommen alle möglichen Uebergänge vor. Auch könnten noch einige andere, weniger wichtige Formen genannt werden, was aber im Rahmen dieser Arbeit unterbleiben kann.

### C. Alter und Auflösung der Verbänderungen.

Beim Durchstreifen von Auenwäldungen kann immer wieder die Beobachtung gemacht werden, daß Stockausschläge von Pappeln, Weiden, dann aber namentlich von Erlen, deren Alter mehr als 5—6

Jahre beträgt, an Haupttrieben nie mehr Verbänderungen aufweisen. So konnte ich in den Auenwäldern des Rheintals und in den Seezauen einige Tausend Erlen untersuchen, von denen nicht eine einzige am Hauptproß auch nur Spuren von Verbänderungen aufwies. Knieförmige Krümmungen in unteren Stammpartien liessen da und dort die Vermutung aufkommen, dass an solchen Orten einmal Verbänderungen gewachsen sein konnten. Sichere Anhaltspunkte wurden aber nie gefunden, obwohl verschiedentlich Stammquerschnitte zur Verfügung standen. Das Mark war vielerorts exzentrisch gelagert, aber immer normal gebaut.

An Seitenzweigen konnten vereinzelt Spuren von Verbänderungen auch bei 10- und mehrjährigen Bäumen festgestellt werden — auch *Oechslin* meldet nur einen einzigen Fall von Verbänderungen an einem 12jährigen Weißerlenstämmchen.

Wesentlich anders wird aber das Bild in einer vor ein bis zwei Jahren „auf den Stock gesetzten“ kahlgeschlagenen Weißerlenfläche. Von den neugebildeten Loden, welche sich sehr wahrscheinlich restlos aus den im Wundkallus neugebildeten Adventivkospen entwickeln konnten, waren immer eine Anzahl von Hauptsprossen verbändert, vorausgesetzt, daß der Boden eine genügende Nährstoffmenge aufwies. Auf Magerböden, die mit Schlamm nur wenig in Berührung gekommen waren und eine ziemlich dichte Bestockung von Sanddorn (*Hippophae Rhamnoides*) aufwiesen, waren jeweilen nur wenige Verbänderungen zu beobachten. — In den Seezauen konnten im Herbst 1926 auf einer Fläche von 70 Aren im Tiergartenäuli zwischen Mels und Plons in kurzer Zeit 52 schön ausgebildete zweijährige Verbänderungen gefunden werden. Eine an diese Fläche grenzende, ebenfalls mit Erlen bestockte ca. 30 Aren grosse Niederwaldung wurde im Winter 1928/29 durch Kahlschlag genutzt. Im Winter 1930 konnten auf dieser Fläche rund 20 verbänderte Sprosse gezählt werden. In einem in der Nähe gelegenen, mit der nämlichen Bodengüte ausgestatteten Erlenausschlagwald fand ich nur noch drei abgestorbene Verbänderungen (Abb. 6), und in einem 10jährigen Niederwald konnte trotz eifrigsten Suchens auch nicht mehr ein Stück gefunden werden. Die nämlichen Beobachtungen waren auch in Buchs und Wartau zu machen. Forstadjunkt *Oechslin*<sup>5)</sup> teilt mir aus dem Kanton Uri folgende Beobachtung mit: „ . . . im Balankenreuß-Schachen, Attinghausen, machte ich am 1. Februar 1928 eine Verbänderungszählung. Im Frühling 1927 wurde der fragliche Schachenteil niedergehauen. Im Februar 1928



zählte ich nun 26 Stöcke aus, die zusammen 229 Rutentriebe besaßen, von denen 37 verbändert waren:

11 Stöcke besaßen je	1	Verbänderung	=	11
5 " " "	2	Verbänderungen	=	10
4 " " "	3	"	=	12
1 Stock besaß	4	"	=	4
21 Stöcke zusammen		Verbänderungen		37
5 Stöcke ohne Verbänderungstriebe.				

Am 28. November zählte ich dieselben Stöcke wieder aus und fand nur noch 6 gutwüchsige Verbänderungstriebe, während die übrigen zum Teil bereits abgestorben, zum andern Teil serblich waren. Die Verbänderungen der Weißerlen zeigen somit ein sehr geringes Lebensalter . . .“

Aus diesem Beispiel ist zu entnehmen, daß ein großer Teil der verbänderten Sprosse schon im zweiten Lebensjahre abstirbt. Ein anderer Teil vermag sich länger zu halten, verschwindet dann aber mit der Zeit ebenfalls. Welches ist der Grund des Verschwindens? — Erlen, Weiden und Pappeln gehören, wie bekannt, zu der Gruppe der Dorsiventralen mit der ihnen eigenen einseitigen Nährstoffverteilung. Ein Teil der Verbänderungen vermag offenbar aus Nährstoffmangel die Vegetationslinie nicht weiter zu entwickeln und stirbt schon im 1. bis 3. Jahre ab. Ein anderer Teil beschränkt sich auf die reichliche Nährstoffversorgung einer Partie des Bandes und vernachlässigt die andere. Auf dieser können von den vielen vorhandenen Knospen nur wenige zu schwächlichen Zweigen heranwachsen, während die anderen vollständig eintrocknen. Anders geartet ist dagegen die mit einem reichlichen Saftstrom versehene Kanten- oder Rückenlinie. Auf ihr entwickeln sich die Knospen zu kräftigen Trieben (Fig. 5), welche mit dem Fortschreiten ihres Wachstums der Vegetationslinie allmählich eine derart grosse Menge Nahrung entziehen, daß oft nur ein ganz kleiner Teil der Vegetationslinie zur Weiterentwicklung gelangen kann. Sehr oft ist es nur einer einzigen Knospe möglich, das Wachstum fortzusetzen, womit dann das Schicksal des ganzen Bandes besiegelt ist. (Fig. 3, Typ 4.) Diese Terminalknospe wird wieder zum Vegetationskegel, wächst als normaler Sproß weiter und übernimmt die Führung für das Längenwachstum. Das Mark eines solchen Triebes wird wieder normal dreieckig. (Vergleiche die Schnitte auf Abb. 1, Gabeläste zwischen 60 und 65 cm.) Der 4jährige Erlensproß auf Abb. 6 hat die Auflösung der Verbänderung bereits beendet. Das

Band ist dürr. Die Rückenlinie hat sich schon zum Normaltrieb mit dreieckigem Mark entwickelt und die Seitenzweige weisen ebenfalls einen absolut normalen Bau auf. Aus den Querschnittzeichnungen ist zu entnehmen, wie das Mark allmählich seine Breite und Exzentrizität verliert und wieder normal wird. Gabelige Verbänderungen stossen ihre Bänder ebenfalls frühzeitig ab, liefern aber nur schlechtgeformte Stämmchen. Findet die Auflösung schon im zweiten Jahre statt, so

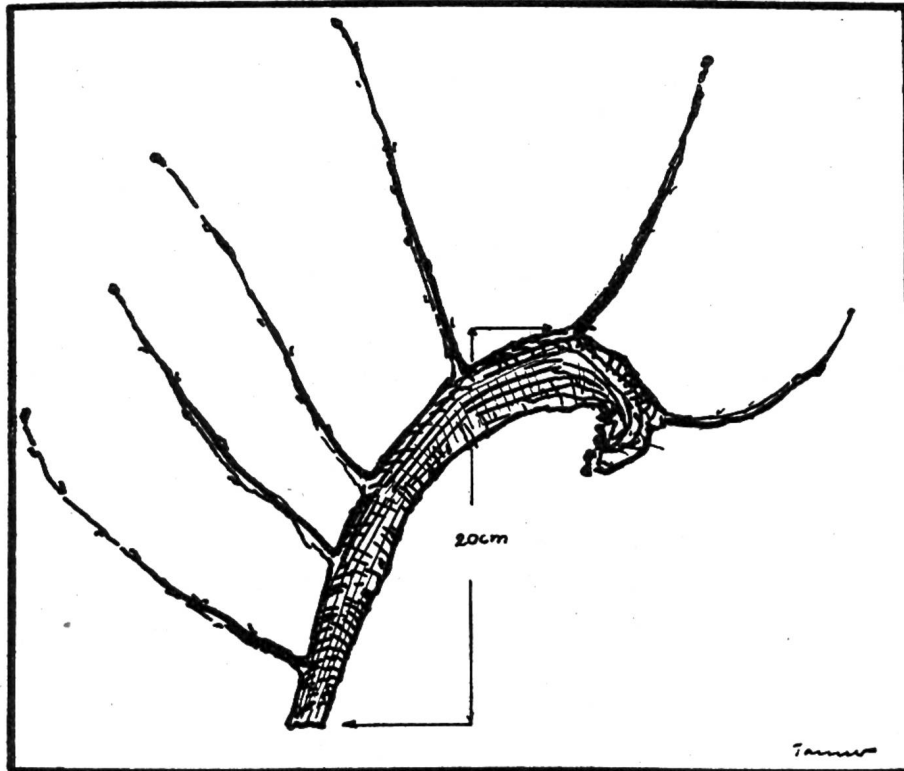


Fig. 5: Eine in sechs kräftige Normalprosse aufgelöste Erlenverbänderung. Kammlinie abgestorben.

kommt es vor, dass nur ein kleiner Teil des Bandes (Abb. 3) ausgeschaltet wird.

Die Eschen lösen die Verbänderungen seltener auf, sondern stoßen sie vielmehr als Ganzes ab. Es scheint, daß sich bei dieser Holzart die Normaltriebe schon absondern, bevor die Breite der Verbänderung zu groß ist. — Auch bei den Eschen findet man die größten und schönsten Verbänderungen an Stockausschlägen.

Bei den Nadelhölzern liegen die Verhältnisse etwas anders. Die Nährstoffe sind auf der ganzen Fläche ungefähr gleichmäßig verteilt. Die Gabeläste entwickeln sich nicht nur aus einem kleinen Teil des Vegetationskammes, sondern können namentlich dann auf der ganzen Linie entstehen, wenn der Kamm einheitlich gebogen ist. Die entstehenden Gabeläste sind meistens wieder verbändert, doch kommen

auch Fälle vor, wo nur Normaltriebe gebildet werden. Häufig stehen aber die Normaltriebe nur seitlich des Kammes, wo sie anfänglich senkrecht zum Muttersproß, später aber, sofern sie nicht absterben, sich wieder umbiegen und parallel zu ihm weiterwachsen, um sich, wenn genügend Nahrung vorhanden ist, zu eigentlichen Seitenästen zu entwickeln. — Bei sichelförmigem Wuchs, wo der Kamm nicht mehr in der normalen Wuchsrichtung liegt, stellen sich die verbänderten Gabeläste bald senkrecht zum Muttersproß, bald wachsen sie fächerförmig in der Richtung des gekrümmten Sprosses (Abb. 7). Wie schon im vorherigen Abschnitt angedeutet wurde, entwickeln sich die Gabeläste viele Jahre hindurch ständig weiter. Daher kommt es, daß Verbänderungen an Nadelhölzern, speziell an Fichten, ein Alter von zehn und mehr Jahren erreichen können. Doch dürften auch bei dieser Gruppe über zehnjährige Verbänderungen die Ausnahme bilden. Bis heute ist mir nur ein einziger Fall bekannt geworden, dessen Alter zehn Jahre übersteigt. Alle anderen Verbänderungen an Nadelhölzern haben ein Alter von vier bis acht Jahren. — Auch die Nadelhölzer sind bestrebt, sich dieser schmarotzerhaft viele Nährstoffe benötigenden Mißbildungen zu entledigen. Je weiter die Entwicklung geht, desto größer wird der Nährstoffverbrauch. Da auch beim Baume die Mittel beschränkt sind, dorren diese „Monstrositäten“ allmählich ab oder werden vom Winde abgebrochen.

#### **D. Von Blüten und Früchten an Verbänderungen.**

Hin und wieder ist behauptet worden, die Verbänderungen an Holzarten seien steril; sie hätten die Fähigkeit, Blüten und Früchte zu erzeugen, verloren. Diese Behauptung ist im Laufe der Jahre gründlich widerlegt worden.

*Tubeuf* beschreibt schon 1904<sup>10)</sup> eine Föhrenverbänderung, die eine größere Anzahl Zapfen zur Reife bringen konnte. Auf der dem betreffenden Artikel beigegebenen Abbildung sind sechs Zapfen sichtbar; zweifellos sind auf der nicht sichtbaren Seite der Verbänderung ebenfalls Zapfen vorhanden. Leider sind aus diesen gewonnene Samen nicht zur Aussaat gelangt und fehlen die Angaben über das Keimprozent derselben.

Anfang dieses Jahres (1930) machte mich Forstadjunkt *Oechstin* auf eine sieben Jahre alte Fichtenverbänderung aufmerksam, welche drei normal ausgebildete Zapfen trug. Das Keimprozent aus den gesammelten Samen ergab 25 %. Die ausgesäten Samen haben sich gut

entwickelt. Spuren von Verbänderungen waren aber bis jetzt an den Keimlingen nicht zu beobachten. Es ist auch kaum anzunehmen, daß sich Nachwirkungen bemerkbar machen werden oder daß gar schon erblich gewordene Anlagen vorhanden sind.

Ferner konnte ich an Eschenverbänderungen schon mehrmals Früchte finden (Abb. 9). Die Fruchtstände befanden sich bei diesen meistens nicht auf die ganze Fläche verteilt, sondern beschränkten sich auf die gut ernährte Rückenlinie und die nächste Umgebung derselben.

An einer prachtvollen Weidenverbänderung (*Salix caprea*) (Abb. 8), die mir von Herrn Prof. Dr. *Vogler* in St. Gallen gütigst zur Verfügung gestellt worden ist, waren auf beiden Seiten des Bandes Blütenkätzchen vorhanden, welche aber, da es sich um Stockkloden einer männlichen Pflanze handelte, natürlich keine Früchte zeitigen konnten.

Von der Weißerle sind mir bis jetzt keine fruktifizierende verbänderte Sprosse bekannt geworden. Offenbar ist diese Erscheinung auf die kurze Lebensdauer der Fasciationen zurückzuführen.

### **E. Künstliche Erzeugung von Verbänderungen an Holzarten.**

*Goebel*, *Georgescu* u. a. haben, wie eingangs erwähnt, durch Köpfen, Wegnahme der Plumula etc. an Keimlingen verschiedener Pflanzen verbänderte Sprosse erzeugen können.

Diese Versuche habe ich an ein- bis dreijährigen Eschen und Erlen ebenfalls wiederholt. So wurden einmal alle Seitenknospen entfernt, um den gesamten Saftstrom auf die Endknospe wirken zu lassen. Diese entwickelte sich zu einem kräftigen Normaltrieb. Ein andermal wurden bei einer Anzahl Pflanzen alle Knospen, inklusive die Terminalknospe, mit Ausnahme eine Seitenknospe entfernt. Nämliches Resultat wie im ersten Fall. Auch bei geköpften Pflanzen konnte keine Verbänderungen erzielt werden. Endlich entfernte man alle Seitenknospen und entnahm der Endknospe die innersten Teile. Bei vorsichtiger Behandlung starb die so mißhandelte Endknospe nicht ab, sondern entwickelte verkrüppelte Blätter, aber keine Fasciationen.

Aehnlich behandelte man erwachsene Eschen, und zwar wurden für diese Versuche immer die obersten noch erreichbaren Aeste verwendet. Auch bei diesen Untersuchungen konnten nie fasciierte Sprosse erzeugt werden.

Eschen, die als Randbäume an der Straße St. Gallen-Heiden gepflanzt worden sind — es mögen von der Martinstobelbrücke-Eggers-

riet über 70 Stück sein —, werden jedes Jahr, bevor der Saftstrom einsetzt, stark zurückgeschnitten, so daß die vorhandenen Seitenknospen eine sehr große Nährstoffmenge erhalten. Noch nie konnten aber an diesen Bäumen auch nur Spuren von Verbänderungen gefunden werden.

Aus diesen und anderen Versuchen glaube ich den Schluß ziehen zu dürfen, daß es zwar bei Keimlingen — aber auch bei diesen nur dann, wenn sie aus sehr nährstoffreichen Samen entstanden sind — gelingt, durch künstliche Eingriffe Verbänderungen zum Entstehen zu bringen, daß es aber schon bei nur einjährigen Holzarten, von denen man weiß, daß sie ziemlich häufig verbändern, nicht gelingt, auf künstlichem Wege die vielleicht vorhandenen Anlagen zur Entwicklung zu bringen. Wir sind auch nicht imstande, an Stöcken von in bestimmten Augenblicken gefällten Erlen (in der Saftzeit oder in der Ruheperiode) das Hervorbrechen von Verbänderungen künstlich zu beeinflussen. Es sind vielmehr Zufälligkeiten, welche die Auslösung eventuell vorhandener innerer Anlagen bewirken.

## **F. Das Zustandekommen von Verbänderungen an unseren Holzarten.**

Der Streit, auf welche Ursache die Entstehung von Verbänderungen zurückzuführen sei, ist noch immer nicht geschlichtet. Wir haben im ersten Teil gesehen, daß für ihr Zustandekommen verschiedene Erklärungen gegeben worden sind und erkennen daraus, daß es nicht angängig ist, für alle Pflanzen die nämlichen Ursachen für die Entwicklung dieser Mißbildung anzusehen.

Aus allen gemachten Angaben geht aber mit Deutlichkeit hervor, daß an unseren Holzarten Fasciationen nur beim Vorhandensein eines starken Nährstoffüberschusses entstehen können.

In den Pflanzschulen im Kappeler Steintal 860—880 m, Grabs 700 m und Buchs 660 m ü. M. werden Weißerlen erzogen. Im Steintal gelangten 5000, in Grabs 30,000 und in Buchs 5000, total 40,000 Pflanzen zur Untersuchung. Bei keiner einzigen Erle konnten auch nur die geringsten Anfänge von Verbänderungen bemerkt werden, obwohl in allen drei Pflanzgärten nährstoffreiche Böden zur Verfügung stehen. Auch das Köpfen einer Anzahl Pflänzlinge blieb ohne Erfolg. Man ist daher versucht, anzunehmen, daß die vorhandenen Nährstoffmengen für die Auslösung vorhandener Anlagen bei Kernwüchsen (aus Samen erzogenen Pflanzen) nicht genügt.

Stockausschläge können durch im Wurzelstock noch vorhandene Nährstoffe versorgt werden, ferner besitzen die starken Wurzeln die

Fähigkeit, rasch große Nahrungs- und Wassermengen aufzunehmen und sie in ungewohnt großem Maße den im Wundkallus neugebildeten Adventivknospen zu liefern, wodurch dann auch die typische Verbreiterung des Vegetationskegels in eine Vegetationslinie erfolgen kann. Aus dieser überaus starken Ernährung ist auch das schnelle Wachstum verbänderter Sprosse im ersten Jahre erklärlich. (Abb. 10.) Schon im zweiten und dritten Jahre ändert sich die Situation wesentlich. Das Wachstum der Verbänderungen läßt nach, die Normalsprosse überwachsen sie, und schließlich sterben sie als Ganzes ab oder lösen sich auf.

Ebenfalls auf Ueberernährung schließen muß man bei dem auf Abb. 9 abgebildeten Eschenzweig. Der unterste Ast einer Esche ist abgebrochen worden, wodurch am Astende ein Nährstoffüberschuß entstand, welcher offenbar zu der Bildung dieser eigentümlich geformten Verbänderung Veranlassung gab. Der Ast ist heute neun, die Verbänderung sechs Jahre alt.

Aehnliche Verhältnisse dürften auch bei den Nadelhölzern zu treffen sein, obwohl dort bekanntlich nie Verbänderungen an Stockausschlägen vorkommen, weil diese Holzarten nur in sehr seltenen Fällen Stockausschläge bilden. (Ausnahme Eibe.) Plötzlich auftretende Ueberernährung ist zweifellos auch bei diesen als Hauptgrund für das Zustandekommen von Fasciationen anzusehen, doch sind bei ihnen äußere Reizwirkungen, wie wir noch sehen werden, nicht ausgeschlossen.

*Sorauer* hat als Verbänderungsursache bei Kirschbäumen Frostwirkungen angeführt. Auch diese Möglichkeit ist geprüft worden und man hat dabei folgende Resultate erhalten. Der größte Teil der Verbänderungen wurde im Melseräuli und in den Rheinauen gefunden; alles von Spätfrösten oft heimgesuchte, teils als Frostlöcher (Melseräuli) berüchtigte Gegenden. *Oechslin* berichtet: „Meine Verbänderungen habe ich durchwegs an Orten getroffen, die als Frostlagen angesprochen werden können.“ Die Möglichkeit, daß auch äußere Reizwirkungen, wie Frost etc. für das Zustandekommen von Verbänderungen mitverantwortlich zu machen sind, darf nicht außer acht gelassen werden. So vermute ich, daß gerade bei den Nadelholzverbänderungen gewisse äußere Reizwirkungen vielleicht als Primärursachen in den Bereich der Möglichkeit gezogen werden müssen. Als Hauptursache bleibt aber für alle Holzarten die Tatsache der Ueberernährung bestehen.

### III. Zusammenfassung.

1. Die Verbänderungen an unseren Holzarten sind keine Verwachsungen, sondern unter verschiedenen Ursachen entstandene einheitliche Gebilde, bei welchen sich der Vegetationspunkt in eine mehr oder weniger breite Vegetationslinie verbreitert hat.

2. Die Verbänderungen an den Holzarten sind keine erblich gewordene, sondern lediglich durch Zufall entstandene Mißbildungen und dürfen deshalb nicht als Mutationen, sondern lediglich als Modifikationen betrachtet werden.

3. Die Fasciationen an Holzarten können in eine dorsiventral verbändernde Gruppe, welche die Laubhölzer umfaßt, und in eine bilateral verbänderte Gruppe mit den Nadelhölzern getrennt werden.

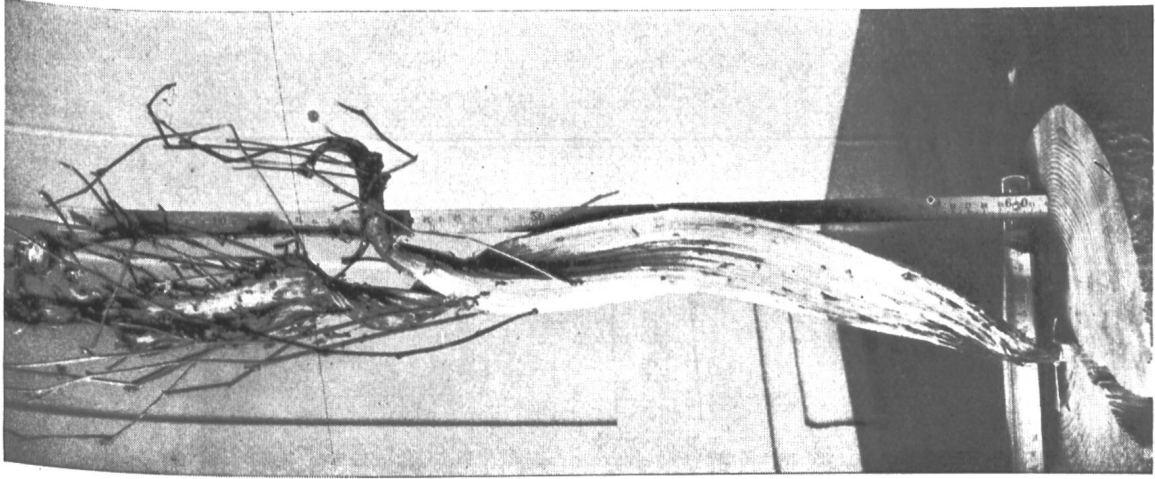
4. Die Lebensdauer der verbänderten Holzartensprossen kann für die Laubhölzer mit maximal 6, bei den Nadelhölzern mit 10–15 Jahren angegeben werden.

5. Auch bei den Verbänderungen kann Fruktifikation eintreten. Aus den Samen ihrer Früchte entstehen aber, soviel vorläufig bekannt geworden ist, keine verbänderten Nachkommen.

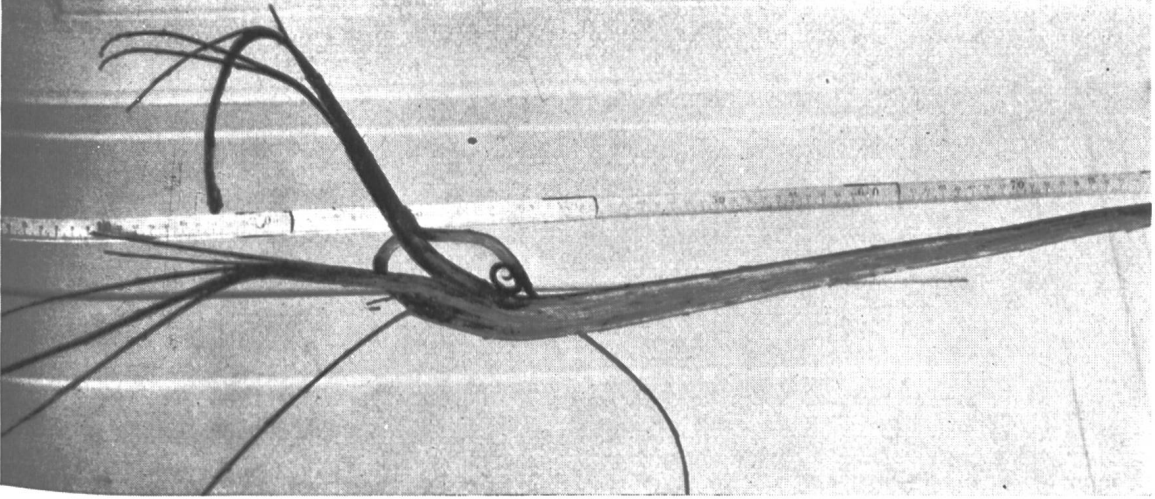
6. Weder durch Köpfen noch durch irgend eine andere Mißhandlung ist es bis jetzt möglich geworden, an Holzpflanzen, die älter als ein Jahr sind, willkürlich Verbänderungen hervorzubringen.

Die Verbänderungen an Holzarten sind vielmehr zufällig auftretende sproßbildungen, die durch keinerlei künstliche Eingriffe zur Entwicklung gebracht werden können.

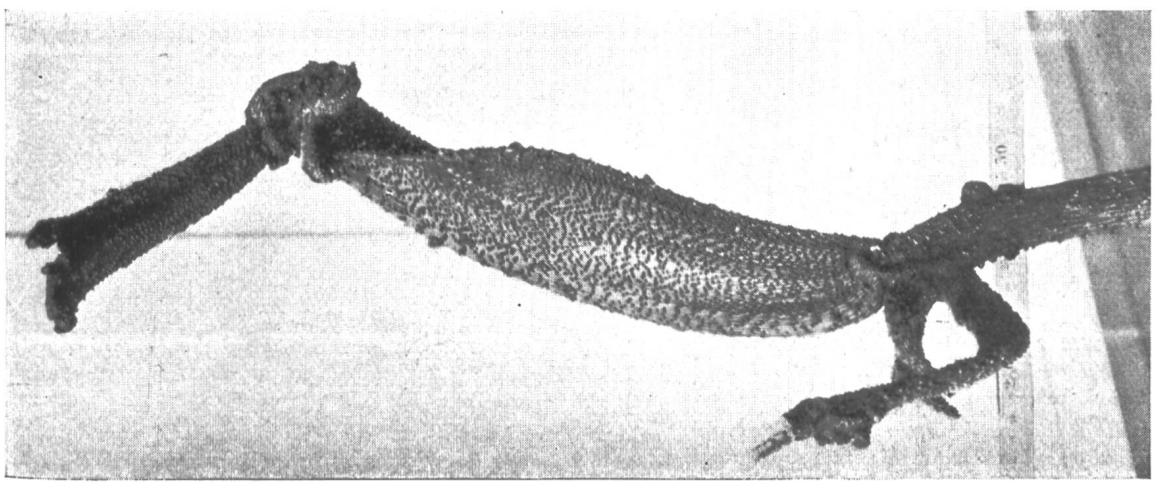
7. Das Zustandekommen der Verbänderungen ist in hohem Maße abhängig von einer im Uebermaß vorhandenen Nährstoffmenge, doch können auch gewisse äußere Einflüsse, wie Frost etc. eine gewisse Rolle spielen.



Phot. Tanner.  
Abb. 2.

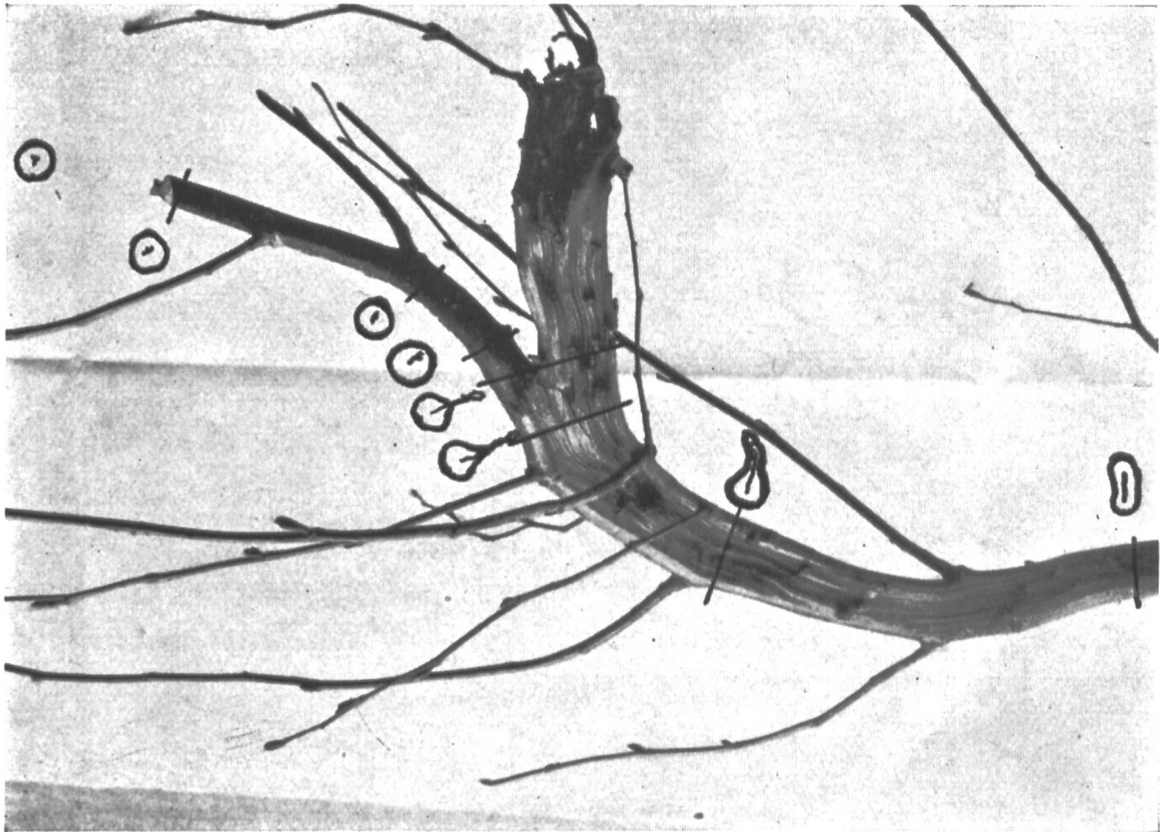


Phot. Tanner.  
Abb. 3.



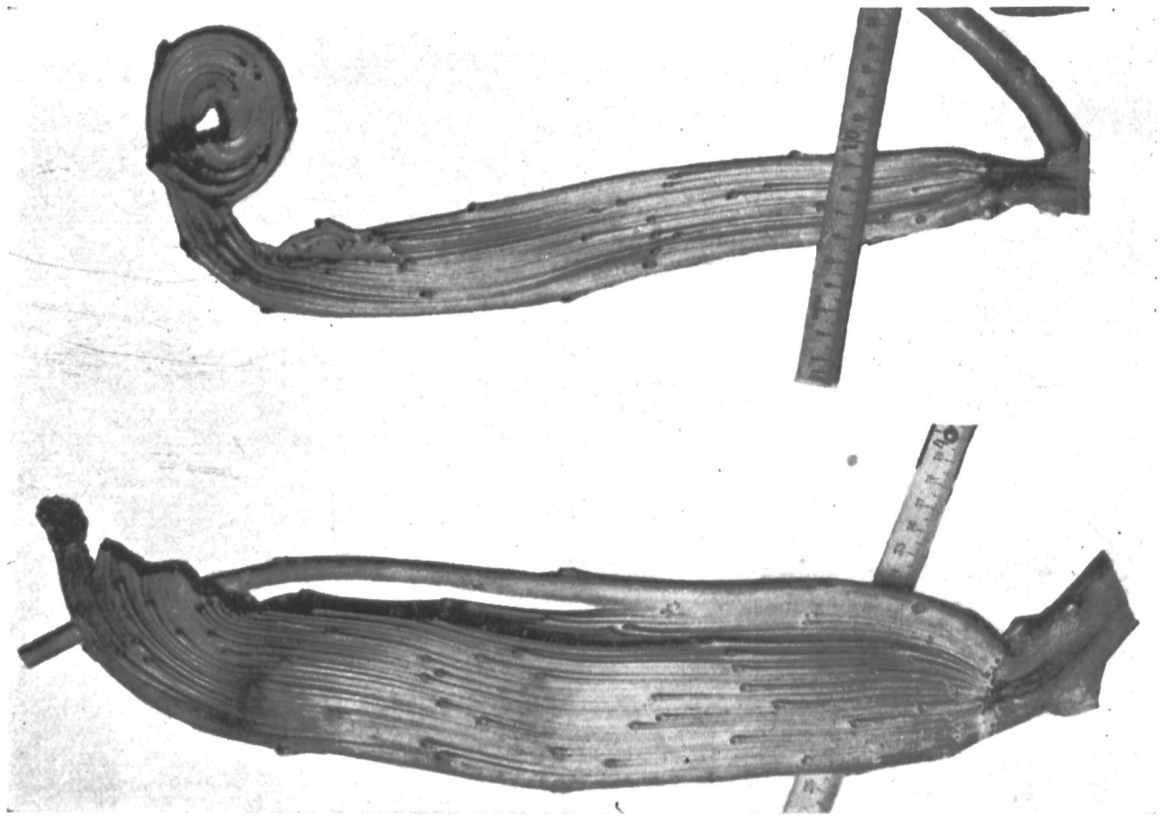
Phot. Tanner.  
Abb. 4.





Phot. Tanner.

Abb. 6.



Phot. Tanner.

Abb. 5.



Abb. 7.

Phot. Tanner.

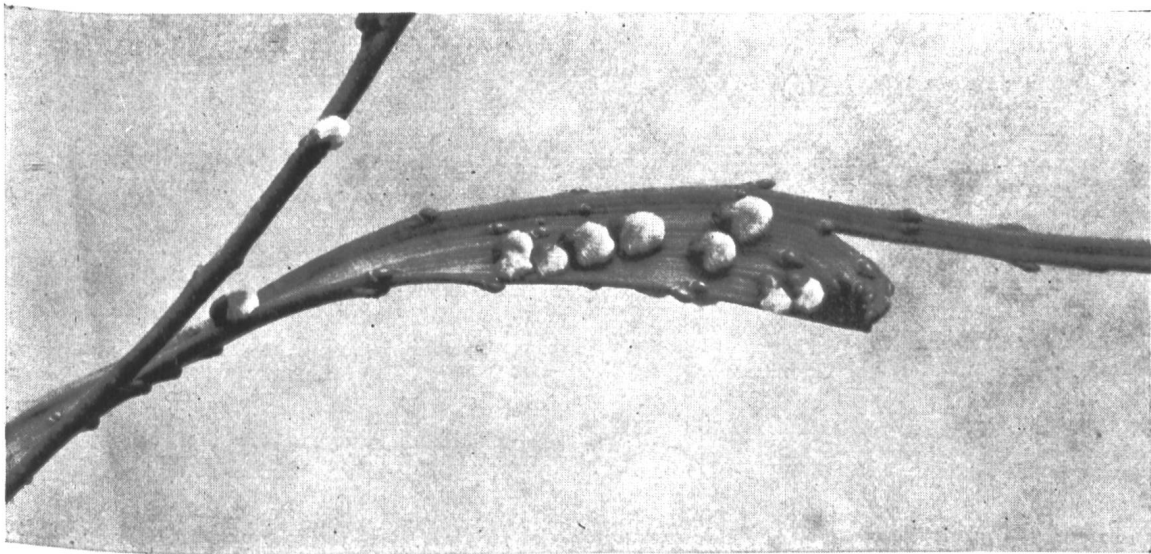


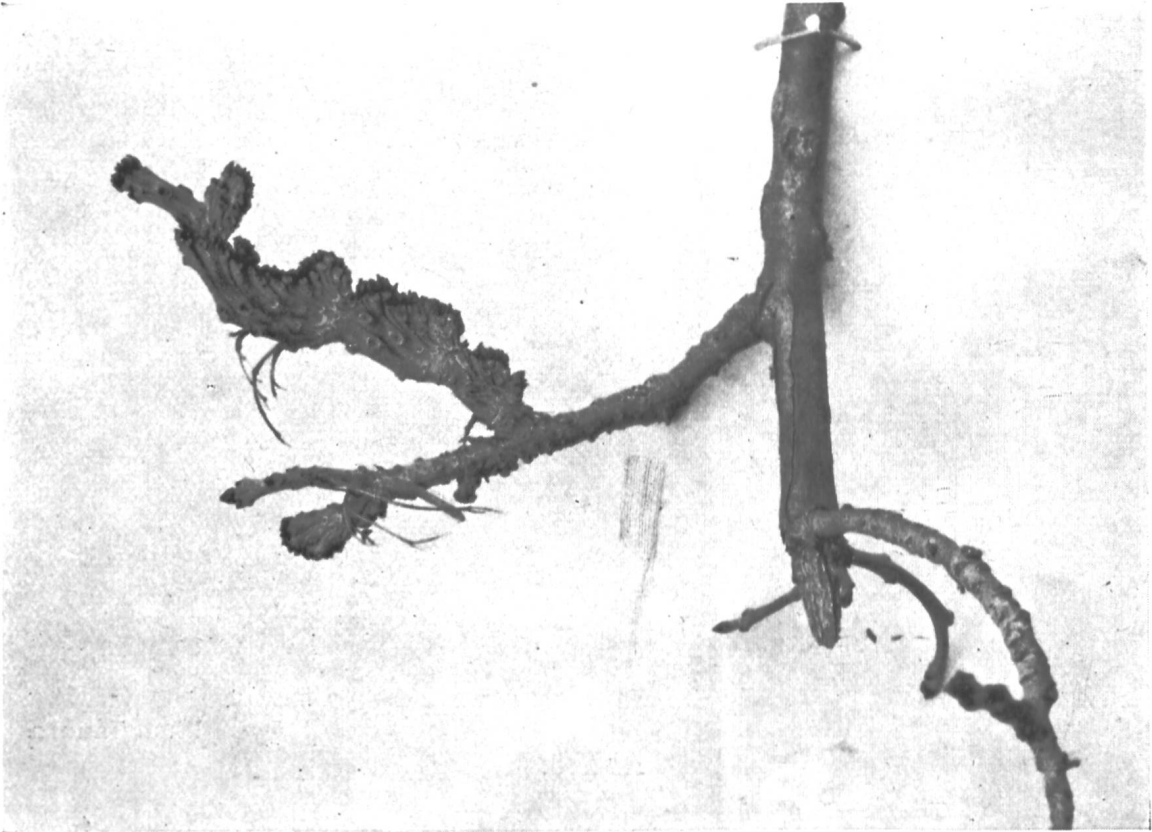
Abb. 8.

Phot. Tanner.



Phot. Tanner.

Abb. 10.



Phot. Tanner.

Abb. 9.

## Literatur-Verzeichnis.

---

- 1) Georgescu: Beiträge zur Kenntnis der Verbänderung. Jena 1927.
  - 2) Goebel: Organographie der Pflanzen. Jena 1928.
  - 3) Johnson: Effect of X-rays upon growth, development and oxidizing enzymes of *Helianthus annuus*. Botan. gaz. Bd. 82, Nr. 4.
  - 4) Neger: Die Krankheiten unserer Waldbäume. Stuttgart 1919.
  - 5) Oechslin: Verschiedene briefliche Mitteilungen.
  - 6) Penzig: Pflanzen-Teratologie. Genua 1890.
  - 7) Sachs: Physiologische Untersuchungen über Keimung der Schminkebohne. Gesammelte Abhandlungen. 1892, I.
  - 8) Sorauer: Handbuch der Pflanzenkrankheiten. Berlin 1909.
  - 9) Streitwolf: Dissertation. Ueber Fasciationen. Kiel 1912.
  - 10) Tubeuf: Teratologische Bilder. Naturwissenschaftliche Zeitschrift für Land- und Forstwirtschaft. Stuttgart 1910.
- 

## Erklärungen zu den Abbildungen.

---

- Abb. 2. Sehr schön ausgebildete Wegwartenverbänderung von der Luziensteig (bilaterales Wachstum).
- Abb. 3. *Salix purpurea*. Die Verbänderung löst sich in normale und schwach verbänderte Zweige auf. Abgestorben ist nur der nach abwärts eingerollte Sproßteil.
- Abb. 4. Fichtensproß mit typisch wulstiger Ausbildung der Vegetationslinie und beginnende Drehwüchsigkeit.
- Abb. 5. Esche. Rechts bischofsstabähnlich eingerollte Verbänderung. Keilförmige Zerreißen an der konkaven Seite sind nicht gut sichtbar, da von der Kammlinie verdeckt. — Links. Ein Normal sproß hat sich schon, bevor das Band sehr breit zu werden begann, abgelöst. Er steht mit diesem nur im untersten Teil noch in loser Verbindung.
- Abb. 6. Auflösung einer 4jährigen Erlenverbänderung. Das Band ist abgestorben, während der Normal sproß kräftig weiterwächst. Man beachte die Zeichnungen mit Schnitten, welche die normale Zurückbildung des Markes darstellen.
- Abb. 7. Sehr schön verbänderter Fichtengipfel. Ausbildung der fächerförmigen Anordnung der Gabeläste namentlich im oberen Sproß sehr deutlich.
- Abb. 8. *Salix caprea*. Verbänderung mit männlichen Blütenkätzchen.
- Abb. 9. Durch starke Ueberernährung einer Seitenknospe hervorgerufene Eschenverbänderung.
- Abb. 10. Verbänderte, sehr raschwüchsige Stockausschläge von *Populus nigra*.

## Inhalts-Verzeichnis.

---

	Seite
Einleitung . . . . .	47
I. Geschichtliches und Erklärungsversuche für die Entstehung von Verbänderungen . . . . .	48
II. Verbänderungen an Holzarten . . . . .	54
A. Allgemeines . . . . .	54
B. Definition und Formen der Verbänderungen . . . . .	55
C. Alter und Auflösung der Verbänderungen . . . . .	60
D. Von Blüten und Früchten an Verbänderungen . . . . .	64
E. Künstliche Erzeugung von Verbänderungen an Holzarten .	65
F. Das Zustandekommen von Verbänderungen an unseren Holz- arten . . . . .	66
III. Zusammenfassung . . . . .	68
Literaturverzeichnis . . . . .	69
Erklärungen zu den Abbildungen, Tafeln . . . . .	69

---